# ÚVOD
# DO VŠEOBECNÉ BIOLOGIE.
# ANATOMIE ROSTLIN.




NAPSAL

PROFESOR Dr. B. NĚMEC.

S 43 obrazy v textu.

V PRAZE 1921.

NÁKLADEM VLASTNÍM. — TISKLA PRAŽSKÁ AKCIOVÁ TISKÁRNA.
EXPEDICE V PRAZE-II., BENÁTECKÁ ULICE 433.

# ÚVOD DO VŠEOBECNÉ BIOLOGIE. ANATOMIE ROSTLIN.

NAPSAL

PROFESOR Dr. B. NĚMEC.

S 43 obrazy v textu.

V PRAZE 1921.

NÁKLADEM VLASTNÍM. — TISKLA PRAŽSKÁ AKCIOVÁ TISKÁRNA.
EXPEDICE V PRAZE-II., BENÁTECKÁ ULICE 433.

# I. Předměty neživé a bytosti živé.

Přírodozpytci zkoumají vlastnosti *předmětů ve přírodě* a *změny*, které na nich lze stanoviti. Docházejí ku přesvědčení, že se změny, které lze ve přírodě pozorovati, *nedějí náhodně a libovolně*, nýbrž dle určitých pravidel a že jsou vzájemně na sobě *závislé*. Stanoví *přírodní zákony*, dle nichž, jak se domnívají, dějí se všecky změny ve přírodě a na nichž jsou závislé vlastnosti předmětů. Domnívají se, že zákony ty jsou stálé a neměnitelné. Poznati přírodu znamená dle tohoto přesvědčení nejen poznati jednotlivé předměty ve přírodě, nýbrž také poznati zákony přírodní.

Předměty přírodní však lze rozděliti ve *dvě skupiny*. V soubor předmětů živých, v říši *živých bytostí* a v soubor předmětů neživých, *přírodu neživou*. Čím se obě tyto říše od sebe liší a co je pro ně význačno?

Živé předměty jsou ve své existenci závislé na zcela určitých vlastnostech prostředí a jsouce obklopeny prostředím látkově od nich se lišícím, dovedou z něho různé látky přijímati, ke své potřebě je upravovati, tělo své z nich dle zákonů pro každého určitého jedince platných stavěti a dávati mu určitý tvar i vnitřní skladbu, které jsou v zákonitém vztahu k prostředí, v němž živá bytost žije a sice tak, že dovedou výhodných vlastností jeho ve svůj prospěch využíti a škodlivým se ubrániti; dovedou svou životní činnost v určitých mezích dle změn prostředí pozměňovati tak, že i za těchto změněných podmínek své tělo se všemi vlastnostmi pro ně význačnými udrží; dovedou v určitých mezích i změny jejich tělu zevními činiteli vnucené vyrovnati, napraviti; vytvořují částečky, které se od těla živého jedince oddělují a v samostatného, nového jedince těchže vlastností za příhodných podmínek jsou s to dospěti. *Přijímání látek ze zevnějšku a přizpůsobení jich k vlastní potřebě* (*výživa*), *zákonitý vzrůst* (*vývoj*) *k význačnému tvaru a stavba* — obojí prospěšné udržení i roz-

množení života, — schopnost reagovati prospěšně na zevní podněty a napravovati úrazy, rozplozování a přenášení podstatných vlastností, schopností rodičů na potomstvo, to jsou nejdůležitější schopnosti a vlastnosti, jimiž se živé předměty vyznačují proti předmětům neživým.

Život ve přírodě dle všech našich zkušeností nyní vždy a opět jen ze života již daného vzniká, nikdy znova přímo ze hmoty neživé, je tedy souvislý, plynulý, jeví přísnou plynulost, kontinuitu. Tím se živá bytost liší ode všech složených neživých předmětů přírodních. Krystal nějaké sloučeniny můžeme rozložiti v látky jednodušší, na příklad v prvky, ale z těch jednodušších látek a prvků lze opět onu původní sloučeninu vyrobiti a přiměti ji k vykrystalisování. Živé tělo však nelze přímo z neživých sloučenin a z prvků znova vytvořiti. Jenom rozdělením dané živé hmoty anebo oddělením malých částeček, zárodků, od živého těla, jež se pak v nové, dospělé živé tělo vyvíjejí, vznikají nové živé bytosti. Kdyby všecky živé bytosti a jejich zárodky na naší zemi zahynuly — a bylo by to docela možné, kdyby na příklad teplota na povrchu naší země a v ovzduší stoupla na několik dní na 160° C — nevyvinul by se pak již na ní žádný nový život přímo ze hmoty neživé. Země by zůstala neoživenou, leda že by se na ni dostal odněkud z mimozemských končin nějaký živý zárodek, jenž by vzrostl, dospěl, rozmnožil se a tak novému životu na zemi dal původ.

Ačkoli život přímo z neživé hmoty nyní na zeměkouli nevzniká, přece není na hmotě neživé nezávislý. Potřebuje jí nezbytně ke své výživě, především ke vzrůstu a k rozmnožení živé hmoty. Živé bytosti přijímají z prostředí, ve kterém žijí, hmotu neživou do svého nitra a z ní dovedou stavěti novou hmotu živou, kteréž tím způsobem přibývá. Zmnožuje se a jedinci mohou pak částečky své živé hmoty od svého těla oddělovati, z nich mohou nové živé bytosti vzrůsti, dospěti, a opět se rozplozovati.

Neživé hmoty, kterými se živé bytosti vyživují, podstatně se různí od hmoty živé, k jejíž rozmnožení jich je užíváno. Změní se tedy hluboce uvnitř živého těla, kteréž je upraví ke své potřebě (asimiluje). Ono však potravy nejen užije k rozmnožení živé hmoty, dovede jí užíti též ke stavbě neživých svých částí. Ve mnohých živočišných i rostlinných tělech ukládá se na určitých místech uhličitan vápenatý ($CaCO_3$), kyselina křemičitá ($H_4SiO_4$), krystaly šťovanu draselného a jiné hmoty neživé, které však pro život dotče-

ných živých bytostí nejsou bezvýznamné. Dodávají jim na příklad tuhosti, pevnosti, nebo jsou jim ochranou proti nepřátelským jiným živým bytostem. Chemickou přeměnou přijatých látek může dále živá bytost uvolniti energii, které může pak ve svůj prospěch rozmanitým způsobem využíti. Tak okysličují některé bakterie (b. nitrátové) kyselinu dusitou ($HNO_2$) na kyselinu dusičnou ($HNO_3$) a takto uvolněné energie užívají k rozkladu kyseliny uhličité ($H_2CO_3$), při čemž vyrábějí uhlohydráty nebo jiné ústrojné sloučeniny uhlíkaté, jichž nezbytně ke své výživě potřebují.

Látky, které bylo živé tělo při své výživě vytvořilo, mohou v něm doznati pozdějších různých změn. Část jich živá hmota rozloží, aby získala volnou energii, některé vyloučí ven ze svého těla, jiné do zvláštních nádržek uloží uvnitř svého těla. Dějí se tedy uvnitř živého těla trvale rozmanité látkové přeměny a lze říci, že úplného klidu v živé hmotě nikdy není. Dostaví-li se takový úplný klid, znamená to smrt, hmota živá se stane hmotou neživou.

Krystal je v celém rozsahu svém stejného chemického složení a stejných vlastností fysikálních, je homogenní. Neživé předměty jsou buď takto homogenními anebo se skládají z homogenních částic rozmanitě spolu smíšených. Živá bytost nikdy není homogenní, nýbrž jeví složitou vnitřní stavbu, takže má hmota, jíž jsou tvořeny, na různých místech různé chemické složení a různé fysikální vlastnosti. Avšak tato nehomogennost není zcela libovolná a nezákonitá. Živá bytost se v tom ohledu podobá složitému stroji, jehož součásti mají určitý tvar a určitou polohu proti ostatním součástem stroje, čímž právě je mu umožněna určitá výkonnost. Jako jsou stroje rozmanité složitosti, tak je také stavba různých živých bytostí různě složitá a zdá se, že vždy má nějaký význam pro udržení existence živé bytosti anebo pro vytvoření a udržení jeho potomstva.

Zárodky, z nichž mají vzniknout nová individua, jsou zpravidla mnohem jednoduššího složení i tvaru, nežli bytost, která je byla vytvořila, zplodila. Během dalšího svého vývoje může takový zárodek zcela nezávisle na mateřské bytosti dosíci téže složitosti a sice řadou proměn zákonitě po sobě následujících. Za stejných zevních okolností vyvine se ze zárodku bytost vyznačená týmiž vlastnostmi, jaké měla bytost mateřská anebo rodiče; podstatné vlastnosti živých bytostí projevují se též zpravidla v potomstvu, jsou dědičné.

Při vývoji dospělé bytosti z jednoduchého zárodku, staví nová bytost sama své tělo samočinně,

až opět dospěje do stadia, kdy vytvoří zárodky pro novou generaci. Tím je dána životu možnost, že se udržuje a obnovuje, přes to, že jedinci jsou sami odsouzeni dříve nebo později odumříti.

Jako existence předmětů neživých, je také existence živých bytostí vázána na soubor určitých zevních podmínek, jakými jsou teplota, určité chemické vlastnosti prostředí, určitý elektrický stav jeho atd. Také neživé předměty jsou závislé na zevních podmínkách, na vlastnostech prostředí. Tak na příklad krystal nějaké soli přestává jako takový existovati, překročí-li teplota prostředí, v němž se nalézá, určitý bod, po případě klesne-li pod jiný, nejnižší bod, přijde-li ve styk s vodou nebo s látkou, která jej chemicky a tím i fysikálně mění atd. Ale v celku jsou meze, v nichž mohou zevní podmínky kolísati, aniž předmět nějaký jako takový přestane existovati, u bytostí živých mnohem úže taženy, nežli u předmětů neživých. Stoupne-li teplota nad 55° C a klesne-li pod — 4° C, odumře záhy veliká většina bylinných částí rostlinných. Podobně mnohé látky jakožto plyny nebo roztoky usmrcují živé bytosti, jakmile množství jejich v prostředí překročilo jistý stupeň. To je působeno fysikálními a chemickými změnami látek živou hmotu skládajících (srážením a rozkladem jich), z nichž mnohé, jak se zdá, poměrně snadno podstatně se vlivem zevních změn mění.

Změnou zevních poměrů (vlastností prostředí) mění se pochody v živém těle se odehrávající co do rychlosti i co do jakosti. Také to se děje při čistě chemicko-fysikálních pochodech, jejichž rychlost i jakost se mění na příklad teplotou, různými paprsky, přistoupením určitých látek atd. Ale u živých bytostí mnohé z těchto změn se vyznačují tím, že jsou pro udržení jejich jako takových prospěšné (účelné). V reaktivnosti, schopnosti pozměňovati životní činnost vlivem zevních činitelů tak, aby se život jedince zachoval v poměrech nepříznivých, anebo poměrů příznivých využil, jeví se význačná vlastnost živé hmoty, že její výkony směřují k zachování sebe sama, jakoby v sobě a v udržení sebe měla svůj cíl. Také neživé předměty se vlivem zevních poměrů mění; voda na příklad vlivem teploty mění svůj objem, ale změna ta nikterak nesměřuje k tomu, aby se jí voda zachovala jako taková. Mimo to živá bytost vykonává reakce svou vlastní energií, zevní podnět je pouze počátkem pochodů, které jeden ve druhý zasahujíce končí reakcí, jež je vykonána energií nahromaděnou v živé bytosti samotné, ač ovšem velikost podnětu — množství energie,

které ze zevnějšku na rostlinu působí — má také vliv na velikost anebo jakost reakce. U živých bytostí má většina změn pochodů tento znak, že totiž energie zevního podnětu není přímo úměrná energii reakce, nýbrž že tato je zpravidla mnohem větší. Označujeme takovéto pochody jako vybavené. A ač nejsou vybavené pochody omezeny na přírodu živou, jsou ve přírodě neživé v celku výjimkou.

Nejnápadněji se jeví prospěšnost reakcí k udržení života tam, kde reakce napravuje, reparuje nějaký úraz, jejžto živá bytost utrpěla. Rány dovede živá bytost hojiti, odňaté části nahrazovati, regenerovati, škodlivě působící látky do ní vniknuvší měniti tak, aby se staly neškodnými, nezvyklý tvar zevním vlivem násilně jí vnucený měniti v normální atd. To vše však také jenom v určitých mezích, dokud zevním úrazem není živá bytost příliš poškozena.

Přes to, že může živá bytost jeviti větší nebo menší složitost stavby svého těla, které může býti rozlišeno v rozmanité části, a přes to, že se v ní odehrávají velice četné a rozmanité pochody fysikálně chemické, přece se ve zdravém jedinci všecky pochody dějí jakoby ve vzájemném souhlase, jeden neruší druhý, nýbrž všecky jednotně pracují k jednomu cíli, udržeti totiž a rozmnožiti živou hmotu, udržeti život jedince pokud možno nejdéle a vytvořiti zdatné potomstvo a hojné potomstvo. Každá zdravá živá bytost jeví se nám jako jednotný jedinec, v němž se odehrávají všecky pochody jednotně, v harmonickém souhlase.

Je-li zevními vlivy porušena jednotnost pochodů anebo jsou-li pochody a vlastnosti chemické i fysikální živého těla pozměněny v neprospěch zdaru jeho, dovede ve velmi mnohých případech živá bytost sama, svou vlastní činností uvésti pochody i vlastnosti změněné ve stav normální anebo aspoň v takový, v němž zdar její je nejméně ohrožován: Dovede sama regulovati svou činnost (autoregulace). Dovedou se sice také mnohé stroje samy regulovati, ale nikdy ne při tak rozmanitých a složitých změnách, jako živé bytosti. Některým živým bytostem můžeme libovolnou část odníti a ony dovedou odňatou část nahraditi, což u žádného stroje není myslitelno.

V celku směřují životní pochody v živé bytosti se dějící k udržení jejímu na dobu pokud možno nejdelší a k vytvoření potomstva. Je-li nějaký účel životního dějství, spočívá účel ten v udržení a rozmnožení života (živé hmoty), jeho účel tedy spočívá v udržení sebe sama. Žádný stroj a žádný neživý předmět vůbec nevyznačuje

se tímto zjevem. Živá hmota má svůj účel sama v sobě, stroj má účel mimo sebe, je mu dán jeho budovatelem.

Chemické analysy nalezly v usmrcených živých tělech tytéž prvky, jaké byly shledány též ve přírodě neživé. Mnohé ze sloučenin, nalezených v živém těle, vyrobeny byly též uměle — anebo je vytváří též příroda neživá. I fysikální vlastnosti živých těl, pokud je možno stanoviti, neliší se od vlastností předmětů neživých. Poněvadž obvyklou chemickou analysou živá hmota je usmrcována, nelze stanoviti chemickou skladbu živé hmoty samotné, t. j. oné hmoty, která je nositelem zjevů pro život význačných. Můžeme se však domnívati, že se ani hmota ve stavu živém nevyznačuje vlastnostmi fysikálními a chemickými podstatně odchylnými od vlastností hmot neživých, a že se v ní projevují tytéž fysikální i chemické síly jako ve hmotě neživé. I bylo by možno se domnívati, že živá těla jsou pouze zvláštními případy předmětů neživých, že se sice vyznačují určitými vlastnostmi, ale ty že je neliší podstatně od vlastností předmětů neživých. Jako je stroj předmětem neživým, který však má určitou stavbu a určité chemické složení, u něhož jednotlivé součásti jsou zcela určitým způsobem v prostoru rozloženy, což mu umožňuje určitou výkonnost, jako stroj je s to do jisté míry sám svou činnost regulovati, spotřebovanou hmotu do jisté míry nahrazovati novou ze svých zásob atd., tak by bylo možno představiti si též živou bytost jako stroj, obrovské ovšem složitosti a s tím ve spojení také velmi mnohostranné schopnosti výkonné i regulační.

Nelze popříti, že v neživé přírodě lze shledati mnohé obdoby jednotlivých pochodů, které jsme označili jako význačné pro bytosti živé. Krystaly v matečném louhu rostou dle určitých zákonů, porušeny byvše, dovedou zahojiti ránu, regenerovati odňatou část. Vhodíme-li do roztoku síranu měďnatého kousek žluté krevní soli, vzniká kolem něho sraženina ve tvaru váčku (Traubeova buňka), která pozvolna roste a dle zevních poměrů rozmanité tvary přijímá, blána obklopující váček ten, byvši protržena, zacelí se. Plamen přijímá ze svíčky hmotu, kterou stále přeměňuje, a pokud svíčka trvá, přibližně stejný tvar i chemické složení zachovává. Uvolňuje též určité množství energie utajené v potravě, kterou mu svíčka skýtá. Zevní vliv, jako silný proud vzdušný, může tvar jeho změniti, ale plamen opět se vrací sám v původní tvar svůj. Svíčka sama se nevznítí, ale z plamenu daného může nový vzniknouti. Kapky tekutiny mohou se za určitých zevních poměrů místně omezenou změnou povrchového napětí děliti, jak jmenovitě na tak zv. tekutých kry-

stalech bylo pozorováno, v kapky menší, mohou však také naopak spolu splývati.

Připusťme tedy, že v krystalisaci anebo v **Traubeově** buňce máme obdobu vzrůstu a jednoduché výživy, že v plameni máme obdobu složitější výměny látek, že v regeneraci krystalu lze spatřovati obdobu regulace živého těla po poranění, že máme též obdobu pro dělení živé hmoty v některých zjevech pozorovaných na tekutých krystalech, že jsou též obdoby pro rozdělení živé hmoty v buňky přehrádkami, to vše jsou obdoby pro jednotlivé zjevy životní, nikoli však pro soubor jejich, jak je v živé bytosti uskutečněn, kde všecky ty zjevy harmonicky spolu souvisí a jednotným celkem se jeví, rozumně uspořádaným a prospěšně řízeným k udržení jedince i k rozmnožení a zabezpečení potomstva. Takovémuto celku, samosprávnému a jakoby určitou ideou vedenému, kde části jsou ve službách celku, ve přírodě neživé nic obdobného není. Proto právě ta harmoničnost, jednotnost mnohonásobných a různých fysikálně chemických pochodů v živém těle je význačnou pro živá těla.

Člověk prožívá mnohé ze svých životních pochodů, je si jich vědom. Ale toto prožívání naprosto není význačným zjevem pro všecky životní pochody, neboť velikou většinu jich neprožívá, neuvědomuje si ani člověk, pokud se v jeho vlastním těle dějí. Neví ničeho téměř o celé výměně látek, o vzrůstu a vývoji, ba není si ani vědom tvaru svého těla a své ústrojnosti. Proto nelze prohlásiti uvědomování si, prožívání životních dějů za všeobecnou a význačnou vlastnost jejich proti přírodě neživé, nehledě ani k tomu, že prožívání je zjev zcela subjektivní a že dle obdoby jenom pro živé bytosti člověku ústrojností podobné je lze také přijímati v podobné formě jako pro člověka.

V čem tedy spočívá podstata rozdílu mezi tělem živým a předmětem neživým? Podle názoru jedněch není podstatného rozdílu mezi nimi; rozdíl je pouze stupňový. V živém těle činni jsou stejní činitelé (síly) jako v přírodě neživé, ale zvláštní stavba, ústrojnost živých bytostí vzbuzuje zdání, že v nich je činno ještě něco více, čeho není ve přírodě neživé. Tak také složitý nějaký stroj bylo by možno na první pohled považovati za zjev, v němž činny jsou ještě nějaké zvláštní síly, kterých není ve přírodě neživé, ač nelze pochybovati, že tu jde v podstatě jenom o zvláštní případ předmětu neživého. To je podstata mechanistického názoru na život, dle něhož živá bytost není ničím více, nežli zvláštním, vysoce složitým a doko-

nalým strojem, v němž nepůsobí jiní činitelé než ti, kteří také v neživé přírodě působí.

Proti mechanistickému názoru na život stojí však názor vitalistický, dle něhož nelze pochopiti všecky zjevy na živém těle se projevující jako výsledky těchže činitelů, kteří též neživou přírodu ovládají. Vždy prý zbude po stanovení všech fysikálně-chemických pochodů a vlastností živých těl zbytek s hlediska pouze fysikálně-chemického nepochopitelný. Mezi neživými předměty a živými bytostmi je prý podstatný rozdíl, neboť v živých tělech působí činitel, jehož v neživé přírodě není a který podmiňuje právě rozdíly mezi obojími.

Poprvé vyslovil tento názor o podstatném rozdílu mezi živým a neživým řecký filosof Aristoteles, jenž rozeznával předměty oduševněné (živé) a neoduševněné (neživé). Duše živých bytostí je příčinou schopností a fysiologických úkonů jejich těla i jejich význačného tvaru. Duše každé živé bytosti je jednotná, nedělitelná, je příčinou jednotnosti ve všech výkonech jejich. Ale jsou duše různě dokonalé a dle toho též různě dokonalé živé bytosti. Rostliny jsou na nejnižším stupni, jejich duše se projevuje pouze výživou. Zvěrorosty (zoofyta) zaujímají druhý stupeň, jejich duše se projevuje výživou a citlivostí (sensibilitou), postrádají však schopnosti samovolného pohybu s místa na místo. Příkladem jsou mořské sasanky, přirostlí měkkýši. Nejvyšší stupeň duše se projevuje v živočišstvu a sice jich výživou, citlivostí a schopností samovolně s místa na místo se pohybovati. Duše je též dle Aristotela podstatou oživeného nebo života schopného předmětu, t. j. výživou a vzrůstem se udržujícího těla, jakým je rostlina.

Názor, že se živé bytosti podstatně liší od neživých předmětů, objevoval se opět a opět v různých podobách a získává si mnoho přívrženců v posledních desítiletích ne pouze jako reakce proti upřílišněnému mechanismu, nýbrž z přesvědčení, že některé životní zjevy nelze mechanisticky vysvětliti. Na takových zjevech nový vitalismus dokazuje nemožnost mechanistického výkladu života. Neovitalisté dokazují vitalismus hlavně některými pokusy na vyvíjejících se organismech, tvrdíce, že výsledek pokusů nemohl by býti takový, jaký vskutku je, kdyby živá bytost byla pouhým mechanismem. Nejvýznačnějším zástupcem jejich je H. Driesch.

Dějiny věd biologických ukazují Drieschovi, že vždy byla účelnost živých bytostí považována za podstatnou jejich vlastnost. Účelnost, směřující k udržení a rozmnožení živé hmoty, jeví se v harmoničnosti a v regulační schopnosti ústrojence.

Harmoničnost je trojí: Jednak kausální, jedna část vyvíjejícího se organismu dovede vybaviti ve druhé zcela určité pochody. Za druhé komposiční. I když se vyvíjejí části organismu samostatně, objeví se na konec, že se k sobě a k celku živé bytosti hodí. Za třetí funkcionální. Různé funkce ústrojů hodí se k sobě a vzájemně se doplňují.

Regulativní schopnost spočívá v tom, že živá bytost dovede přes různá obmezení, nezvyklé vlivy zevní udržeti svůj normální tvar i své normální funkce. Je-li porušena norma z vnitřních příčin organismu samého a on poruchu tu vyrovná, mluvíme o regulaci korelační. Reguluje-li organismus následek zevního škodlivého činitele, mluvíme o adaptivní (přizpůsobivé) regulaci. Též Spencer považuje schopnost regulace za hlavní znak života, jejž definuje jako neustálé přizpůsobování vnitřních poměrů (relací) k zevním poměrům (relacím). Z ní v důsledcích plyne též harmoničnost všeho dějství v živé bytosti. Ale schopnost regulace sama o sobě nestačí dle Driesche, aby na jejím podkladu odvozena byla vitalistická theorie. Důkaz se musí vztahovati na jednotlivé zjevy, jakými jsou na př. zjevy restituční u rýhujících se vajíček nebo dospělých ústrojenců.

Vajíčko ježovek rozdělí (rozrýhuje) se nejprve ve 2, 4, 8 stejných buněk (blastomer), z nichž se vyvine larva. Oddělíme-li dvě anebo čtyři buňky ty třepáním od sebe a dáme jim dále se vyvíjeti, vznikne z každé z nich celá, ovšem menší larva, kdežto kdyby byly zůstaly pohromadě, z každé buňky by se byla vytvořila pouze část larvy. Schopnost každé blastomery není tedy do budoucnosti přesně stanovena, nýbrž je neurčitá, závisí na měnlivých okolnostech. Kůlový kořen pampelišky (**Taraxacum officinale**) za normálních okolností netvoří žádných pupenů ve svém nitru. Ale přeřízneme-li jej, vytvoří na hoření řezné ploše pupeny, které nahradí odňatý mu prýt (pupen) původní. Kteroukoli část kořenu v celém jeho průběhu můžeme přiměti, aby pupeny ty vytvářela, jestliže v její výši kořen prořízneme. Schopnost každé součásti kořenu je funkcí jeho vzdálenosti od poranění, obecně řečeno, je funkcí jeho polohy v celku. Avšak mimo to je určen skutečný vývoj (osud) každé části kořenu činitelem, jenž podmiňuje jednotnost této živé bytosti, tak že bez dostatečného poranění anebo bez odstranění konečného pupenu náhradné pupeny na kořenu se netvoří. Tento činitel je konstantou, kterou Driesch označuje jako entelechii. Rozřežeme-li kořen pampelišky v libovolný počet kusů, každý vytvoří své náhradné pupeny na hoření řezné

ploše, jen když není kus ten příliš malý. Každá taková část celku se chová jako celek.

Kdybychom se domnívali, že se celý takovýto ústrojenec vyvinuje strojově, musili bychom se též domnívati, že každá jeho část chová v sobě vlastně celý ten vývojový stroj a vedle toho každá část ústrojence musila by v sobě obsahovati každou část onoho složitého životního stroje. Avšak takovýto stroj není vůbec myslitelný a proto nelze takováto dějství, nebo vůbec ústrojence takovýchto schopností strojově vysvětliti. Neboť není ani myslitelný stroj, který by dovedl sám svou činností nahraditi libovolnou součást jemu odňatou. Onen činitel, který v organismu harmoničnost a regulativnost podmiňuje, nemůže býti prostým činitelem fysikálně-chemickým (jen takoví činitelé působí ve strojích), nýbrž je to přírodní činitel zvláštní, sui generis. Také není myslitelný složitý stroj, který by se mohl neustále děliti a přece při tom celým zůstati, jak se děje při rýhování vajíčka, jehož každá blastomera oddělená od ostatních je s to dáti původ celému organismu.

Takový je asi myšlenkový pochod Drieschův při důkazu, že nelze všecky děje životní vyložiti strojově, prostě fysikálně-chemicky. Nezbytno je předpokládati v živé bytosti speciálního přírodního činitele, jejž zove entelechií.

Rozhodnutí mezi mechanistickým a vitalistickým názorem na život je dosti subjektivní. Přece však třeba přiznati, že se nyní stále více badatelů přikloňuje k vitalismu, anebo že otázku mechanismus či vitalismus nyní nepovažují za objektivně rozřešitelnou.

Otázka sama je velice důležita pro vědy přírodní, neboť na jejím zodpovědění závisí, zda se můžeme domnívati, že fysikálně-chemická příčinná závislost zjevů je všeobecně platna čili nic. Podle názoru mechanistického nebylo by nemožné uměle živou hmotu vytvořiti. Kdyby se nám podařilo smísiti všecky sloučeniny, jež se snad na skladbě její účastní a dáti této směsi též tvar i vnitřní strukturu živé hmoty, takže by tato umělá živá hmota měla všecky fysikální vlastnosti některé skutečné hmoty živé, musila by jeviti ona umělá živá hmota všecky vlastnosti skutečné hmoty živé, musila by žíti, musila by se v ní odehrávati životní dějství pro život význačná. Avšak podle názoru vitalistického by tato uměle vytvořená živá hmota, třeba měla všecky fysikálně chemické vlastnosti přirozené hmoty živé, nežila; snad by se v ní dály i za neměnících se zevních okolností fysikálně-chemické změny, ale ty by směřovaly k nějakému výslednému konečnému stavu, v němž by se zastavily. Byl by

to předmět neživý, jemuž by chyběl právě onen jednotící činitel, který řídí životní dějství k udržení a rozmnožení živé hmoty. Tytéž fysikálně-chemické podmínky nemusí dle tohoto názoru míti vždy tytéž následky, dle toho zdali jsou realisovány ve hmotě živé či neživé.

## II. O původu života.

Naše zkušenosti stále více dosvědčují správnost přesvědčení, že nové živé bytosti vznikají jenom z daných již živých bytostí, že živé z neživého přímo nyní nikde nevzniká. Živé tělo sice přijímá neživé látky a zmnožuje svou živou hmotu. Ale bez činnosti již dané živé hmoty naprosto se nemůže hmota neživá státi hmotou živou.

Přirozeně se tu naskytá otázka, zdali tak bylo vždy, či zdali někdy život nějakým způsobem přímo ze hmoty neživé nevznikl. Jinak řečeno, zdali život existuje od věčnosti, či zdali kdysi vznikl, jakým způsobem vznikl a zvláště jaký je původ života na naší zeměkouli. Jako o původu vesmíru vůbec a země zvláště, bylo také o původu lidstva a života vůbec odedávna bájeno. Snad není národa, který by v té příčině neměl svých zkazek a filosofie se od svých prvních počátků zabývala otázkou původu, vzniku světa a života.

Jsou možny tři hlavní názory o původu života. Předně mohl by život od věčnosti existovati, tak jako se domníváme, že existuje od věčnosti hmota neživá (eternismus). Za druhé mohl život míti svůj počátek, snad ne jednou, nýbrž mnohokráte, tím, že přímo vznikl ze hmoty neživé náhodným (to jest nikoli úmyslně přivoděným) střetnutím se nějakých látek neživých. Tento názor o prvoplození (abiogenesa, generativo-aequivoca, spontanea) může býti přijat pouze s hlediska mechanistického. Třetí konečně názor je ten, že sice život měl kdysi počátek, ale že vznikl zasáhnutím nadpřirozeného činitele v dějství přírody neživé. Byl tedy život dle tohoto názoru stvořen (kreatismus) a toto stvoření nemuselo se státi jednou a také ne na jediném místě.

Nejméně předpokladů potřebuje eternismus, názor, že život od věčnosti existuje, že neměl nikdy počátku, jak se to také o neživé hmotě domníváme. Trvá-li život od věčnosti, nemusel by také trvati do věčnosti, neboť vlivem zevních nepříznivých podmínek snadno může za své vzíti a není nemyslitelno, že by se na všech místech,

kde život existuje, mohly dostaviti tak nepříznivé podmínky, že by život zahynul. Možnost takových okolností (příliš vysoká teplota, jedovaté plyny a roztoky, smrtící paprsky, jakými jsou silné paprsky ultrafialové) není ani pro minulost vyloučena a to je důležitá námitka proti názoru tomuto. Naproti tomu není zase vyloučeno, že se vždy nalezlo těleso nebeské anebo část prostoru ve vesmíru, kde mohly zárodky živých bytostí zachovati svůj život a tak život udržeti.

Je-li život od věčnosti, je otázka, zdali existuje pouze na naší zemi, či zdali je také na jiných tělesech nebeských. Není nikterak vyloučeno, že jsou mnohá nebeská tělesa, která poskytují životu existenční podmínky. Ale ve vývoji každého tělesa můžeme přijímati stadium, kdy na jeho povrchu život nebyl možný. Naše země měla kdysi žhavý povrch a v té době živé bytosti takových vlastností, jaké nyní známe, na ní nemohly existovati. Nechceme-li se utéci k domněnce, že tenkráte na naší zemi byly živé bytosti vlastností odchylných, takže snesly vysoké teploty, musíme se domnívati, že teprve od té doby, kdy země na povrchu ochladla a voda se srážela, mohly živé bytosti na zemi nalézti podmínky existenční. Odkud však se na ni dostaly zárodky jejich?

Německý lékař Richter vyslovil (1870) domněnku, že se zárodky živých bytostí mohou světovým prostorem mezi jednotlivými tělesy nebeskými pohybovati a tak různá tělesa osídlovati. Podobná domněnka, a sice, že meteory by mohly obsahovati živé zárodky a přinášeti je s sebou na povrch chladnoucích těles nebeských, byla proslovena Helmholtzem a Thomsonem (r. 1871). Helmholtz praví v té příčině, že se mu zdá býti úplně vědeckým počínáním, když všecky naše pokusy organismy přímo z neživé hmoty vytvořiti ztroskotávají, tázati se, zdali vůbec kdy život vznikl, zdali není zrovna tak dávný jako hmota vůbec a zdali jeho zárodky nejsou přenášeny s jednoho tělesa světového na druhé a zda se nevyvinuly všude tam, kde nalezly příznivou půdu. Sám považuje pouze dvě možnosti za vědecky přípustné: „Organický život buď v některém okamžiku počal, anebo trvá od věčnosti.“ Arrhenius Richterovu domněnku podrobně propracoval. Je to theorie o panspermii, podle níž se zárodky jednoduchých živých bytostí dostávají proudy vzdušnými a na základě elektrického svého náboje do světového prostoru, kde tlakem paprsků světelných jsou posunovány, až přijdou v dosah působnosti některého jiného tělesa nebeského. Padnou-li na jeho povrch a naleznou-li tu podmínky vhodné životu, počnou se živiti a množiti a osídlí tak dotčené těleso nebeské.

Nízká teplota ve světovém prostoru neusmrtí zárodků živých bytostí, neboť výtrusy bakterií, plísní, kvasinek atd. ji bez újmy životnosti snesou (až — 252° C), obtížnější je námitka, že za dlouhého pobytu zárodků ve světovém prostoru by je usmrtily ultrafialové paprsky, které tam neabsorbovány probíhají. Ale snad je jejich působení při nejnižších teplotách (při nichž se zárodky nalézají ve stavu ztrnulosti) méně zhoubné než při teplotách vyšších a za přítomnosti vody, ježto vzduchoprázdný prostor mezisvětový je také zcela prost vodních par. Další námitka je, že zárodky potřebují velmi dlouhé doby, aby se dostaly z jedné soustavy sluneční na jinou. Za tu dobu mohly by snadno ztratiti klíčivost. Arrhenius sleduje cestu zárodku o průměru 0,00016 mm konanou tlakem záření slunečního, předpokládá, že specifická jeho váha je vahou vody, a dochází k výsledku, že odtrhnuv se od země, překročil by dráhu Marta ve 20 dnech, Jupitera v 80 dnech, Neptuna ve 14 měsících. Nejbližší soustavy sluneční, Alfa Centauri, dosáhl by zárodek v 9000 letech. Nízká teplota světového prostoru snižuje však životní pochody v zárodku a není tudíž nemyslitelno, že by i po tu dobu mohl zachovati svou klíčivost. A tak dle Arrhenia může býti život věčně přenášen od jedné soustavy sluneční ke druhé anebo z jedné planety na druhou. Ale jako z milionů semen, která vítr se stromů snáší, třeba jedno jediné nalezne tak výhodné podmínky, že z něho nový strom vyroste, tak i z nesmírného počtu zárodků, které jsou vypuzeny tlakem záření do prostoru, snad jenom jediné dopadne na planetu dosud životem neosídlenou, nalezne tam vhodné podmínky a stane se tam původcem života v celé jeho rozmanitosti. Dle nauky o panspermii jsou veškeré živé bytosti ve vesmíru spolu příbuzny a skládají se z těchže prvků. Nelze mysliti, že by na jiných tělesech nebeských byly živé bytosti, v jejichž těle by na příklad uhlík byl zastoupen křemíkem nebo titanem. Také na naší zemi přišel dle nauky o panspermii život z jiné planety nebo z jiné soustavy sluneční a naleznuv zde vhodné podmínky ke svému rozvoji, dal vznik rozmanitým druhům ústrojenců. Ba zárodky z cizích těles nebeských mohly se několikráte dostati na naši zemi a dodnes může se tak díti. Ale jistě jich padne za rok jen několik na povrch zeměkoule a jsouce podobny zárodkům nejjednodušších ústrojenců naší země, nemohou býti rozpoznány mezi množstvím zárodků, které se stále v ovzduší naší země vznášejí.

Druhý názor o vzniku života je domněnka, že život vznikl anebo dodnes vzniká náhodným střetnutím sloučenin v neživé přírodě a že vznikly jednoduché

živé bytosti přímo ze hmoty neživé. Jen zřídka může se uskutečniti taková shoda okolností, aby mohla živá hmota vzniknouti, proto dosud pozorována abiogenesa nebyla. Také mohou takto vzniknouti pouze nejjednodušší ústrojenci.

V dřívějších dobách byl názor, že živé bytosti mohou vznikati přímo ze hmoty neživé, velmi rozšířen. Aristoteles, jinak vitalista, přiznává možnost vzniku některých zvířat i rostlin přímo ze hmoty neživé. Některé rostliny — zcela tak jako živočichové — dle něho vznikají ze semen, jiné tak, jakoby je příroda (neživá) sama sebou vytvářela. „Neboť vznikají, buď když země hnije, anebo na hnijících částech rostlinných. Teplo země anebo hnijících částí rostlinných způsobuje pohyb podobný rozplozovací síle, čímž vzniknou stejnotvárné rostliny." O zvířatech praví, že se sice zpravidla rozmnožují ze zárodků pohlavně zplozených, ale mimo to též bez oplození, ano i ze hnijících rostlin a jiných látek v zemi, částečně i z výkalů zvířecích, tak jmenovitě některé hmyzy. Že hmyz vzniká ze hnijícího masa a cizopasní hlísti z potravy uvnitř těla hostitelova, dlouho bylo věřeno, až Leuwenhoek a Swammerdam nálezem vajíček těchto živočichů a studiem jich vývoje názor ten vyvrátili. Pak bylo omezeno samoplození na nálevníky a jednodušší řasy, vznikající v odvarech a nálevech, ale r. 1777 ukázal Spalanzoni, že se žádné živé bytosti nevyvinou v nálevech, byly-li dostatečně zahřáty i se vzduchem nad nimi uzavřeným. Konečně Pasteur, Chevreul a Tyndall ukázali, že nejen ve vzduchu zahřátém, ale i v tom, který na př. filtrováním vatou byl zbaven zárodků drobnohledných ústrojenců, žádní ústrojenci se nevyvíjejí. Rozsáhlé zkušenosti o sterilisaci dokazují, že se bez daných zárodků, jež vznikly by činností nějaké živé bytosti, živé bytosti nevytvářejí ani za nejpříznivějších životních podmínek. Nyní všecky zkušenosti naše potvrzují názor, že neživá hmota se stává součástí živé hmoty pouze činností dané hmoty živé a že nové bytosti živé vznikají pouze oddělením se částeček živé hmoty od bytostí již existujících. Všecky naše zkušenosti potvrdily a potvrzují denně, že život je plynulý, že mezi postupnými pokoleními živých bytostí je kontinuita.

H. Euler však praví o těchto pokusech, že nepodávají nevývratného důkazu proti možnosti spontánního vzniku života na naší zeměkouli. Samoplození mohlo by předpokládati labilní kombinaci atomů, která umožňuje tutéž plynnou řadu reakcí, kterou označujeme jako život. Je-li tento způsob spojení atomů jedním z milionů možných jiných spojení, pak jej lze také jen jednou za velmi dlouhou dobu očekávati. Jednou však byv realisován, udržuje

se trvale regenerací. Vznik živé hmoty děkoval by tedy za svůj původ realisaci pravděnepodobného — anebo nesmírně málo pravděpodobného — případu.

Nejvážnějším zastancem nauky o samoplození byl filosof H. Spencer. Domnívá se, že i nyní by se mohla vytvářeti ústrojná hmota a vznikati život v nejjednodušších svých tvarech i za nynějších kosmických poměrů, ale považuje za mnohem pravděpodobnější, že se ústrojná hmota vytvářela a živé bytosti pouze tenkráte vznikaly, když teplota zemského povrchu kolísala v oněch hranicích teplot, při nichž jsou složitější ústrojné sloučeniny velmi nestálými; dále se domnívá, že přeměna ústrojných látek neživých v nejjednodušší typy počala částečkami živé hmoty, které byly ovšem mnohem menší, mnohem neurčitější a měly mnohem nestálejší vlastnosti než nejjednodušší známí ústrojenci. Vývoj specifických tvarů byl výsledkem vzájemného působení těchto počínajících ústrojenců a jejich okolí a opětovaným přežitím těch typů, které se svými vlastnostmi nejlépe do zevních poměrů, v nichž se nalézaly, hodily. Nežli tímto pochodem vznikly obyčejní nálevníci, uplynula jistě nesmírně dlouhá doba. Není nějakého zcela určitého počátku života na zemi, neboť se vznik života dál pozvolna. Jako chemikové získávají složité sloučeniny nikoli přímo z prvků, nýbrž nepřímo z jednodušších sloučenin oklikami, také z neživé hmoty pozvolna a stupňovitě se vytvářela živá hmota. Jako v laboratoři, tak také v neživé přírodě, kdysi vytvářely za vhodných podmínek jednodušší ústrojné sloučeniny vyšší typy ústrojných látek, které se konečně utvářely v živou hmotu. Znaky života jen zvolna se na této hmotě projevovaly.

Německý botanik Reinke shrnuje námitky proti samoplození asi v tato slova: I nejjednodušší živá bytost je podstatně rozdílná od neživé přírody, t. j. není přechodu mezi obojími. Proto je nemyslitelna přeměna kyseliny dusičné, sírové, uhličité, fosforečné atd. silami spočívajícími v těchto látkách, čili jak se říká sama od sebe, v živou hmotu. Právě tak bychom se mohli domnívati, že v rudních ložiskách ležící rudy železa, mědi a zinku samy od sebe se změnily v první stroj anebo kapesní hodinky. Jako nedovede žádná energie sama sebou stroje vytvořiti z oněch surovin, tak také nedovede vytvořiti živou hmotu z její chemických složek. Hmoty a energie mohou vždy býti pouze nositeli a podmínkami životních pochodů, samy však jich nedovedou vytvořiti. Ale také všecka zkušenost mluví proti samoplození. Jenom živá hmota má schopnost neústrojnou hmotu asimilací přeměniti v ústrojnou a tuto vtěliti jako součást její ve hmotu živou. Jelikož již nejjed-

nodušší ústrojenec má schopnost účelně (prospěšně pro udržení života) jednati, uzavírá v sobě záhada prvoplození také záhadu původu účelnosti. Již nejjednodušší ústrojenec musel míti schopnost vyživovati se, přijatou potravu zpracovati, růsti, rozplozovati se a reagovati na různé zevní podněty, jinak by nezachoval sebe a nevytvořil potomstvo. To však předpokládá vysokou ústrojnost a fysiologickou složitost a nelze si mysliti, že by mohla taková živá bytost náhodou (t. j. nikoli úmyslným jednáním) vzniknouti přímo ze hmoty neživé. Vskutku se abiogenesi staví tak veliké obtíže v cestu, že má čím dále tím méně přívrženců.

Třetí názor o původu života praví, že život byl stvořen silami, které nejsou vlastními přírodě neživé. Reinke, přívrženec tohoto názoru, takto se o něm vyslovuje: Stvoření je fakt, že v oné době, kdy ještě nebylo života na povrchu zemském, z neústrojných sloučenin kůry zemské vznikly první živé bytosti silami, které v oněch neústrojných látkách nespočívaly, nýbrž které ze zevnějšku na ně musely působiti, právě tak, jako ony síly, které železo a mosaz ve stroje utvářejí, nejsou vlastní těmto kovům. Ale právě tak jako se odehrává sestrojování kapesních hodinek z ocele a mosazi nejenom v rámci příčinnosti, nýbrž též v rámci přírodních zákonů, tak to platí též o stvoření. Stvoření je působení souboru neznámých sil, obdobným souborem je lidská inteligence, která také tvoří, používajíc k tomu hmoty a síly. Onen soubor neznámých sil v živých bytostech jednou povstalých působí i na dále, Reinke síly ty zove dominantami. Ony též vedou vývoj ústrojenců až k nejvyšším vrcholům jejich ústrojnosti. Vznik prvních živých bytostí z neústrojného materiálu nebyl aktem nezbytnosti, neboť pak by se musel stále opakovati, ani aktem náhody, neboť to je pravděnepodobno, je to akt tvůrčí svobody.

Kreatismus, jehož přívrženci byli též přední angličtí evolucionisté Darwin a Wallace, — namítnouti lze — zavádí do přírodních věd mimo činitele přírody neživé a živé ještě činitele třetího, mimo anebo nad oběma stojícího a na ně jako zevní činitel působícího. Tomuto činiteli Reinke i svobodnou tvůrčí vůli připisuje. Spencer sestavil řadu námitek proti kreatismu. Je to prý domněnka, k níž nás vedou nikoli důkazy, nýbrž nedostatek důkazů, domněnka, která nevědění uvádí ve formuli, jež mu dává zdání positivního vědění. Stalo-li se stvoření živé hmoty přeměnou hmoty neživé, jak se ta přeměna stala? Byl každý z myriad atomů dosud ve vzduchu a zemi rozložených, jichž bylo použito k vytvoření živé bytosti, náhle z dosavadního svého sloučenství vytržen a sveden s ostat-

ními, aby s nimi vešel ve vhodné chemické sloučeniny, které se pak s ostatními na příslušná místa rozestavily, aby vznikl ústrojenec? Množství nadpřirozených podnětů, kterých takové stvoření vyžaduje, zvětšovalo by jenom tajemství, ale neřešilo by ho. Neboť každý z těch impulsů předpokládá stvoření síly, neboť není výsledkem síly v jiném tvoru již existující a stvoření síly je stejně nepředstavitelné jako stvoření hmoty. Mimo to proti stvoření života svědčí tatáž okolnost, jako proti abiogenesi, že totiž není ověřeno zkušeností. Není příčiny, proč by se prý nedálo dosud, ale nikdo ho nepozoroval. Anglický botanik Hooker poznamenává, že přírodozpytci, kteří přijímají nadpřirozený původ živých bytostí, obyčejně předpokládají, že se vznik ten stal v některé krajině lidskému pozorování nepřístupné anebo v čase dávno uplynulém, bez lidského svědectví.

Ačkoli též v otázce původu života rozhodnutí je subjektivní, nelze neuznati, že nejméně předpokladů vyžaduje názor, že život trvá od věčnosti a že se v malých zárodcích může šířiti tlakem záření z jednoho tělesa nebeského na jiné. Přijímáme tu život jako daný zjev a jako pro ostatní přírodní zjevy také pro život můžeme předpokládati, že v celém vesmíru, kde vůbec nalézá podmínky existenční, je stejné podstaty.

## III. Rostlina a živočich.

Ode dávna lidstvo rozdělovalo živé bytosti ve dvě veliké říše, v říši rostlinnou a živočišnou; a ode dávna považovány byly rostliny za méně živé než živočichové. Aristoteles vyslovil přesvědčení, že příroda od neživého do živého pozvolna přechází a že následkem trvalého přecházení hranice mezi obojím není nám zřejmá. Bezprostředně po neživém následují rostliny, které ve srovnání s neživými předměty skoro jakoby duši měly, ve srovnání se živočichy jeví se však jakoby bez duše. Mezi rostlinami a živočichy jsou též přechody a o mnohých mořských zvířatech lze býti na rozpacích, zdali to jsou rostliny či živočichové. Rostliny se dle Aristotela dovedou pouze vyživovati a rozplozovati, nikoliv však cítiti (smyslově vnímati). Rostliny nejsou skutečnými živými bytostmi, pouze se zdá, že žijí. Nežijí, nejsouce s to smyslově vnímati, míti žádosti, pohybovati se s místa na místo a střídavě spáti a bdíti. Mají jen vyživovací duši

a v souvislosti s jednoduchými svými schopnostmi jen málo druhů orgánů, tak listy k ochraně zárodků a ku přijímání potravy kořen, jenž odpovídá ústům zvířat. Aristotelovo rozdělení v říši neživou, v rostlinnou a živočišnou udrželo se až do nové doby, spolu s ním však též charakteristika jednotlivých říší. Ovšem před ním i po něm byli myslitelé, kteří i rostliny považovali za živé a oduševnělé jako živočichy. Aristotelův názor projevil se opět v názorech nejznamenitějšího botanika před Linnéem, Andrea Caesalpina. Ve svém spise „Šestnácte knih o rostlinách", vydaném r. 1583 ve Florencii, počíná první knihu slovy, že rostliny majíce duši pouze vyživovací, rostou a sobě podobné potomstvo vytvářejí. Nemají však schopnosti cítiti (smyslově vnímati), ve kteréžto schopnosti spočívá podstata živočichů. Vyznačují se také méně složitým ústrojenstvím nežli živočichové. S týmže názorem setkáváme se pak u Linnéa, který ve své Philosophia botanica, vydané r. 1751, definuje tři říše přírodní slovy, že nerosty rostou, rostliny rostou a žijí, živočichové však rostou, žijí a cítí (Lapides crescunt, vegetabilia crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt).

Již Linné byl si vědom, že jeho definice není všeobecně platná, neboť sám namítá, že citlivka cítí asi stejně jako nějaký přisedlý měkkýš. Nemožnost všeobecně platného vytčení rozdílu mezi rostlinami a živočichy ještě zřejměji vytknul Willdenow.

Srovnáváme-li spolu nějaké typické zástupce říše rostlinné a živočišné, řekněme strom a ssavce, nebudeme v pochybnostech o rozdílech mezi nimi a o tom, do které říše patří. Ale čím jednodušší zástupce obou říší srovnáváme, tím více shod a méně rozdílů nalézáme, až u některých opravdu nevíme, zdali je máme zařaditi mezi rostliny či mezi živočichy. Z takovýchto jednoduchých ústrojenců, u nichž není vyznačen přesně ani typ živočišný ani typ rostlinný, utvořena byla jakási přechodná říše Protista nazvaná, ač tím místo jedné neurčité hranice mezi rostlinami a živočichy vytvořeny byly ještě neurčitější hranice dvě, mezi živočichy a protisty a mezi protisty a rostlinami.

Příčinou obtíží je okolnost, že mezi říší rostlinnou a živočišnou není ani zásadních ani všeobecně platných rozdílů. Příslušníci obou říší jeví v základních dějstvích, vlastnostech a schopnostech životních zásadní shodu, rozdíly jeví se ve vlastnostech, které souvisí se způsobem jejich života a sice ponejvíce s výživou. Čím jednodušší živou bytost zkoumáme, tím zřetelněji se na ní jeví společné základní vlastnosti obou říší a tím méně vystupují vlastnosti, které je

od sebe odlišují, neboť u těchto jednoduchých živých bytostí určitý způsob života nemusí býti ještě tak ostře vyznačen. Spor o tom, zda takový ústrojenec je živočichem, či rostlinou, je zbytečný, poněvadž rozlišení u jednodušších ústrojenců není ještě přesně provedeno a poněvadž vůbec rozdělení ve dvě říše je lidským dílem umělým.

Všecky znaky význačné pro živočichy platí pouze pro většinu jich, nikoli pro všecky, právě tak jako znaky význačné pro rostliny. Rozdíly mezi rostlinami a živočichy tudíž také nejsou všeobecně platné, nýbrž platí jen pro většinu jich. V podstatných vlastnostech obě říše se shodují. Nejlépe stanovíme rozdíly mezi oběma říšemi, stanovíme-li je mezi typickými zástupci jejich, jakým je na příklad strom a ssavec, což jsou příslušníci nejsložitějších a nejdokonalejších skupin jejich.

Za typickou můžeme považovati nějakou kořenující cévnatou rostlinu zelenou. Není pohyblivá, nýbrž kořeny svými ke svému stanovisku připoutána. K výživě stačí jí látky neústrojné, které přijímá osmoticky jednak svými kořeny, jednak difusí svými listy. Tuhé potravy dovnitř svého těla nepřijímá. Všecky buňky její jsou opatřeny tuhou blanou podstatně odchylnou od sloučenin, které v její živé hmotě po usmrcení shledáváme. Tato tuhá blána buněčná spolu s osmotickým napětím buněk dodává rostlině pevnosti. Po celý svůj život může vytvářeti nové ústroje jako nové pupeny, listy, lodyžní články, kořeny a chlupy. Všecky části rostlinného těla lze uvésti na tyto čtyři údy: listy, lodyha, kořeny, chlupy. Její živá hmota uvnitř buněk může se pohybovati, také její jednotlivé orgány jsou s to životní činností měniti svou polohu v prostoru. Nemá však žádné zvláštní trvalé soustavy buněk (nervstva) k rozvádění podráždění v těle a také ústroje ku přijetí (recepci) zevních podnětů, kde u rostliny vůbec jsou vyvinuty, jsou mnohem jednodušší nežli u živočichů.

Naproti tomu typický živočich, na př. ssavec, se dovede s větší nebo menší rychlostí pohybovati s místa na místo, nezbytně potřebuje vedle neústrojných též látek ústrojných ke své výživě, které přijímá do nitra svého těla a tam je rozpouští, aby je mohl do buněk svého zažívacího ústrojí přijmouti. Velká většina buněk jeho těla postrádá tuhé blány a je-li taková blána přítomna, vzniká odštěpením látek od živé hmoty, takže je příbuzná sloučeninám, které v usmrcené živé hmotě lze stanoviti. Orgány svého těla zakládá až do určitého stadia svého vývoje, načež již nových orgánů nevytváří. Rozmanitost jeho orgánů je větší nežli u rostlin. V těle vyvinuta

je velmi složitá soustava buněk (*nervstvo*), jež rozvádí podráždění v těle. Ústroje recepční (*smyslové*) jsou rozmanitější než u rostlin a mnohem dokonalejší. Rostlinám scházejí recepční ústroje čichové a sluchové všeobecně.

Z tohoto výčtu nejdůležitějších vlastností typických rostlin a živočichů možno sestaviti *hlavní rozdíly mezi nimi*.

Rostliny nejsou obyčejně s to *pohybovati se s místa na místo*. Jen některé jednodušší rostliny (bakterie, hlenky, řasy modrozelené, rozsivky, řasy spájivé, Peridiniales, bičíkovci a válečovité) jsou s to pohybovati se po celý život nebo větší jeho část s místa na místo. U velmi mnohých řas a hub vytvořují se pohyblivé rozplozovací částice (rejdivé výtrusy), které se však jen po poměrně krátkou dobu s místa na místo pohybují, aby vyhodné místo pro další vývoj si vyhledaly, načež vzrostou v rostlinu upevněnou trvale na podklad. U mechů a tajnosnubných cévnatých, ano i ještě u některých stromů nahosemenných (Cykasovité, Ginkgo) vyvinují se samčí pohlavní buňky (spermatozoidy), které mají schopnost volného pohybu s místa na místo. Mimo to je všeobecně téměř u rostlin rozšířena schopnost živé hmoty pohybovati se uvnitř blan buněčných, jak již *Corti* 1774 a po něm znova *Trentepohl* r. 1806 objevil. Toto proudění je též pohybem živé hmoty s místa na místo, třeba ne celé buňky. Rostliny nemají nic, co by upomínalo na svalová vlákna živočišná. Živočichové však z největší části po celý svůj život jsou s to volně s místa na místo se pohybovati. Avšak u nemalého počtu živočichů je schopnost pohybu s místa na místo (lokomočního) omezena pouze na krátký první oddíl života, později přisednou na nějaký pevný podklad a již nejsou s to lokomočně se pohybovati. Příklad poskytují mnozí láčkovci, nejnápadněji korále, jejichž dospělé trsy jsou trvale přisedlé, kdežto larvy z vajíčka se vyvinuvší volně se pohybují. Podobně někteří ostnokožci (lilijice) a měkkýši.

Zelené typické rostliny zcela se spokojí *potravou neústrojnou*. Kořeny přijímají z půdy nerostné soli a nějakou neústrojnou sloučeninu dusíkatou, listy přijímají ze vzduchu kysličník uhličitý a rozkládajíce jej pomocí energie sluneční, vytvářejí uhlohydráty, jakožto základní sloučeniny ústrojné, na jichž podkladě staví ostatní sloučeniny ústrojné, jmenovitě také látky bílkovinné. Naproti tomu potřebují všichni živočichové nezbytně ke své výživě ústrojných sloučenin bezdusíkatých (uhlohydrátů a tuků) i dusíkatých. *Není živočicha, který by se sám o sobě mohl při své výživě spokojiti výhradně potravou neústrojnou*. Avšak jsou též

rostliny, které nezbytně potřebují ke své výživě ústrojných látek a sice většinou se spokojí bezdusíkatými látkami, z menší části potřebují též dusíkatých sloučenin ústrojných. Jsou to téměř všecky rostliny postrádající zeleni listové (chlorofylu), jakými jsou všecky houby, dále velká většina bakterií. Tyto rostliny se tedy podobají živočichům, pokud se týče jejich potřeby ústrojných látek.

Veliká většina živočichů přijímá mimo tekutou též tuhou potravu a sice dovnitř svého těla do dutiny zažívací, kdež teprve ji upravuje, zažívá a pak do živé hmoty přijímá. Jsou však také živočichové, kteří přijímají jen potravu osmoticky celým povrchem svého těla, tak cizopasní někteří nálevníci a hlísti. Nemají leckdy žádné zažívací roury aniž ústního a řitního otvoru. Jsou však také rostliny, které přijímají dovnitř svého těla tuhou potravu, tu v dutině stravují a pak teprve do buněk osmoticky přijímají. To jsou mnohé rostliny hmyzožravými zvané, jako láčkovec (**Nepenthes**), do jehož konviček je vyloučena tekutina zažívací podobná zažívací tekutině v žaludku u ssavců, neboť obsahuje enzym podobný pepsinu. Veliká většina rostlin přijímá však živné látky povrchem svého těla z vodních roztoků, tedy osmoticky a plyny vnikají do nich difusí. Kořeny a jim obdobné ústroje pouze osmoticky živné látky přijímají. Je to pochopitelno, poněvadž je živá hmota kol kolem obklopena blanami buněčnými.

Někteří živočichové, jako mnozí kořenonožci a nálevníci přijímají tuhou potravu dovnitř své protoplasmy. Mohou tak činiti též buňky vnitřní vrstvy zažívací dutiny některých živočichů, u některých láčkovců buňky zevní i vnitřní vrstvy přijímají tuhou potravu, totéž činí zevní buňky na ramenech sasanek. Velice vyvinuta je schopnost požírati tuhou potravu u krevních tělísek bezobratlých a u bílých krvinek obratlovců. I pro tento způsob přijímání potravy máme obdoby u rostlin. Bezblanná vývojová stadia hlenek zvaná plasmodiemi přijímají tuhé částečky potravy dovnitř své živé hmoty, to však činí též rejdivé výtrusy některých zelených řas (**Ulothrix, Stigeoclonium**) v době svého rejdění, kdy nejsou opatřeny tuhou blanou buněčnou. Přijímají do svého nitra jmenovitě bakterie, kteréž usmrcují a ztravují.

Typické buňky rostlinné jsou obklopeny tuhou blanou buněčnou, ke které živá hmota kol kolem přiléhá. Blány buněčné jsou tvořeny látkami podstatně odchylnými od látek bílkovinných, jaké nalézáme při analysi usmrcené živé hmoty. V největším počtu případů se skládají z uhlohydrátů (nejrozšířenější je buničina) a nelze v nich vůbec dusíkatých sloučenin bílkovinným podob-

ných ani ve stopách shledati. Uhlohydráty ty jsou produktem výměny látek v živé hmotě se dějící a jsou z ní vylučovány ven. V menším počtu případů, jako u přečetných hub, obsahují blány buněčné také dusíkatou ústrojnou sloučeninu, chitin, jaké také u živočichů, jako jmenovitě u hmyzu ve vnitřní i zevní jejich kostře nalézáme. Také chitin vzniká vyloučením ze živé hmoty.

Živočišné buňky poměrně zřídka jsou opatřeny tuhou blanou, k níž by živá hmota kol kolem těsně přiléhala. Blány ty vznikají přímou přeměnou živé hmoty, tvrdí se dokonce, že to je většinou jen utuhlá živá hmota, anebo vznikají odštěpením od živé hmoty. Proto lze do jisté míry blány takové čítati ještě k živé hmotě, lze jim připisovati též některé samostatné životní pochody, jako vnitřní rozlišení nových struktur a samostatný vzrůst. Blány rostlinné samostatného vzrůstu nejsou schopny. Uhlohydrátových blan buněčných u živočichů vůbec není, neboť o tunikase pláštěnců (Tunicatů), která dává některé mikrochemické reakce podobné buničině, lze se spíše domnívati, že tu jde o chitin nebo látku příbuznou.

Okolnost, že buňky rostlinné jsou opatřeny tuhou blanou, znemožňuje rostlinám rychlý pohyb lokomoční pomocí svalových vláken, jež by se naprosto v rostlinném těle nemohly uplatniti. Podmiňuje však též odchylný způsob dosažení pevnosti u rostlin a sice osmotickým napětím (turgorem) buněk, k němuž se jenom u rostlin větších rozměrů nebo tam, kde jsou kladeny na rostlinné části velké mechanické požadavky, připojuje také značné ztlustnutí blan buněčných.

Typičtí živočichové již poměrně záhy ve svém vývoji založí všecky důležité o r g á n y svého těla dle místa i počtu, takže když dospěly, již nových nevytvořují. Jejich tvar i ústrojnost jsou velmi určité a rozdíly mezi jedinci v tomto ohledu poměrně nepatrné. Rostliny však mohou po celý život nové orgány zakládati, stále dorůstati a tvar svůj měniti. Strom může i po tisíce let každoročně vytvářeti nové kořeny, nové pupeny, listy a lodyžní články. Jeho vývoj je n e u z a v ř e n ý, neomezený. Ale též v tom ohledu jsou u živočichů i rostlin výjimky. Jsou zvířata, u nichž po celý život přibývá ústrojů, jako u některých tasemnic, červů kroužkovitých, stonožek, která vytvořují stále nové články tělní a jejich přívěsky. Naproti tomu mnohé jednobuněčné rostliny jako rozsivky, spájivé řasy, Peridiniales i mnohobuněčné vodní sítě **Hydrodictyon** mají vývoj uzavřený.

O j e d n o t n o s t r o z m a n i t ý c h v ý k o n ů těla živočišného je postaráno vodivými drahami nervovými, jichž rostliny vůbec postrádají. Ovšem jsou také mnohobuněční

živočichové (Mesozoa) drah nervových postrádající, nehledě k živočichům jednobuněčným, z nichž nálevníci mají sice vlákna tělem probíhající, což však jsou spíše vlákna oporná a svalová. Přes to i u rostlin ve mnohobuněčném těle přímým spojením veškeré živé hmoty celého těla je postaráno o jednotnost výkonů a šíření podráždění.

Rostliny přijímají (recipují) různé podněty ze zevnějšku a mění dle nich svoji životní činnost. Mají k tomu účelu vyvinuty též zvláštní ústroje, jako pro přijetí podnětů světelných fotoreceptory, pro podněty dotyku thigmoreceptory, pro podnět tíže baryreceptory, ač ovšem jsou tato zařízení recepční mnohem jednodušší nežli obdobné ústroje smyslové u živočichů (oko, hmatací tělíska, statocysty). Nelze čití a smyslové vnímání připisovati výhradně všem živočichům, neboť není důvodu, proč bychom je pak nepřipisovali, snad v nižším stupni, také rostlinám.

Všeobecně platného znaku pro živočichy nelze udati právě tak jako ne pro rostliny. Ovšem čím jsou zvířata i rostliny dokonalejší, tím nápadnější jsou rozdíly mezi nimi. V podstatných vlastnostech však se říše rostlinná se živočišnou shoduje.

# IV. Protoplasma.

Ve všech živých rostlinách i zvířatech nalézáme při drobnohledném zkoumání bezbarvou, polotekutou (slizovitou) hmotu, na níž lze pozorovati všecky podstatné životní děje, jako pohyb, výměnu látek, dráždivost, regulaci dějství. Proto jsme přesvědčeni, že tato hmota obsahuje živou hmotu anebo že jí celá přímo je. Označujeme ji Purkyňovým slovem protoplasma, kterýžto název jí dal botanik H. v. Mohl (1846). Prostým pozorováním lze se přesvědčiti, že protoplasma obsahuje rozmanité látky, zrníčka, vlákénka, cizorodé krůpěje, krystalky, které ne vždycky v ní jsou přítomny, pročež soudíme, že ne všecky ty látky opravdu patří k živé hmotě. Proto nemůžeme protoplasmu přímo za živou hmotu prohlásiti, ač ji protoplasma vskutku obsahuje. Některé ze hmot těch jistě nepatří k živé hmotě, tak krůpěje tukové, tříslovinné, krystalky bílkovinné, sádry, uhličitanu a šťavelanu vápenatého, různě utvářená tělíska z uhlohydrátů se skládající. To jsou produkty výměny látek živé hmoty nebo látky zásobní v ní uložené i chované až do doby, kdy jich živá hmota potřebuje. Všecky tyto látky v protoplasmě přítomné, ale k ní nikoli nezbytně náležející, zoveme látkami

metaplasmatickými. Ale ani po vyloučení nesporných metaplasmatických tělísek nevíme, zdali zbývající hmota je tvořena pouze živou hmotou.

Při chemické analyse protoplasmy pokud možno cizích přimísenin zbavené shledány v ní vždycky prvky CHNO, SPFeMgK, většinou též Ca a Cl. Jaké sloučeniny v živé protoplasmě jsou přítomny, nevíme bezpečně, poněvadž při užití obvyklých metod chemických protoplasma je usmrcována, při čemž se jistě její chemické sloučeniny mění. Analysa protoplasmy methodami, které ji neusmrcují je v počátcích. Spočívá v užití roztoků látek, které vnikají do protoplasmy a v ní způsobují význačné sraženiny, změny stavby nebo zbarvení.

Reinke a Rodewald zkoumali složení bezblanné protoplasmy houby ze skupiny hlenek (Myxomycetes), žijící ve třísle (**Aethalium septicum**), kteréžto stadium označujeme jako plasmodium.

Vody obsahuje takové plasmodium 71,6%, té lze silným tlakem vytlačiti 66,7%. Ve 100 částech sušiny obsahovalo plasmodium tyto látky:

| | |
|---|---|
| pepsin a myrosin | 4,8 % |
| vitellin | 9,0 „ |
| plastin | 27,4 „ |
| asparagin a jiné amidy | 1,0 „ |
| peptony | 4,0 „ |
| lecithin | 0,2 „ |
| glykogen | 4,7 „ |
| cukry | 3,0 „ |
| cholesterin | 1,4 „ |
| mastné kyseliny v étherovém extraktu | 4,0 „ |

Zbytek 44,5% připadá na popel, v němž obsaženo je 27,70% uhličitanu vápenatého.

Tyto analysy ukázaly, že sušina protoplasmy obsahuje (po odečtení uhličitanu vápenatého) u hlenek bílkovinných látek (v nejširším slova smyslu) 50—75%. Z ostatních látek je polovina tvořena tuky a uhlohydráty .

Miescher nalezl ve 100 částech ústrojné hmoty lososího spermatu

| | |
|---|---|
| nukleinu | 48,68 |
| protaminu | 26,76 |
| bílkovin | 10,32 |
| lecithinu | 7,47 |
| cholesterinu | 2,24 |
| tuků | 4,53 |

Poněvadž ve všech dosud zkoumaných případech sušina protoplasmy obsahuje přes 50% bílkovinných látek, považují se *bílkovinné látky* za podstatnou součást živé hmoty. Jednoduchých bílkovin obsahuje však protoplasma obyčejně nepatrné množství.

Živá protoplasma obsahuje vždy poměrně značné množství *vody*. Část její se v ní nalézá v dutinkách (vakuolách), jiná část však je v živé hmotě samotné jako její voda molekulární. Podmiňuje její charakter jako koloidního roztoku, který však obsahuje různé množství vody a dle toho také různý stav skupenský (konsistenci) jeví. Od konsistence gelatinosní (huspeninovité) až k tekuté protoplasma vykazuje všecky možné přechody a také v ní samotné různé části její mohou býti různé konsistence. Velice často má protoplasma v celku vlastnosti tekutin a bere na se v klidu tvar koule.

Nejzevnější vrstva protoplasmy je obyčejně polotuhá a vždy tužší, nežli vrstvy vnitřní. U bezblanných buněk nejzevnější vrstva může zcela utuhnouti a tvořiti *ochrannou blanku* (*pelikula*), tak u bičíkovců a nálevníků. *Kohese* jednotlivých částí protoplasmy může se měniti v téže buňce, jako se asi mění kohese gelatiny vlivem měnící se teploty nebo měnícího se množství vody. Tužší zevní vrstva může přecházeti v tekutější vnitřní a naopak. Kohese protoplasmy plasmodia hlenek byla stanovena na 300 až 1000 mgr na $mm^2$.

Proti zevnějšku omezena je protoplasma tužší vrstvičkou zcela homogenní, která neobsahuje žádných částeček metaplasmatických. Nazvána byla plasmou hyalinní (*hyaloplasma*, *Pfeffer*). Vnitřní protoplasma však obsahuje rozmanitá malá zrníčka (*mikrosomy*), nejspíše bílkovinné povahy, krystalky, olejové nebo tříslovinné krůpěje, vakuolky s vodními roztoky různých látek, ale protoplasma ta sama není homogenní a obsahuje v základní hmotě vlákénka i vrstvičky silněji světlo lámající. Proto je kalného vzezření a nazvána *polioplasmou* (*Nägeli*). Polioplasma může se přetvořiti, na př. po proříznutí na svém povrchu v hyaloplasmu, vniknutím zrníček a jiných částeček může se hyaloplasma změniti v polioplasmu. Proto také tlouštka hyaloplasmy není stále stejná. Plasmodium hlenky **Chondrioderma difforme** má hyaloplasmu tlustou 0,003 až 0,008 mm, obyčejně je však značně tenčí.

Při drobnohledném pozorování jeví se vnitřní protoplasma, nehledíme-li k *metaplasmatickému* jejímu obsahu, jenom zřídka zcela homogenní. Obyčejně v ní lze pozorovati vlákénka, zrníčka nebo vrstvičky odchylné lomnosti světelné a bezpochyby také odchylné konsistence.

Při pozorování za živa leckdy lze viděti, jak se tyto struktury objevují anebo mizí. Z těchto pozorování soudíme, že protoplasma není homogenní, nýbrž že má určitou stavbu (strukturu). Dle jedněch názorů všecka protoplasma vždy a všude má v podstatě tutéž strukturu, stavba její je monomorfní. Dle jiného však stavba protoplasmy s jejím stavem fysiologickým se mění a nelze stanoviti jedno schema všeobecně platné, stavba protoplasmy je polymorfní.

Z názorů monomorfních nejdůležitější jsou tři theorie o struktuře cytoplasmy: theorie granulární, filární a alveolární.

Dle granulární theorie, jejímž původcem je Altmann, skládá se protoplasma ze zrníček (granulí) různé velikosti, které jsou vlastně nejmenšími samostatného života schopnými částečkami (bioblasty). Množí se dělením a spojují se obyčejně v kolonie. Vylučují indiferentní základní hmotu, která je udržuje pohromadě, ale mohou též jakožto Coccy samostatně žíti. V protoplasmě by tedy vlastně živými byla jenom zrnéčka (granula). Mohou se též specialisovati a tím se od sebe rozrůzniti velikostí i obsahem. Avšak ukázalo se, že je též protoplasma bez granulí, a že granula jsou většinou zrníčka metaplasmatická, na př. v buňkách žlaznatých, nikoli však živá tělíska.

Filární theorii založil Flemming. Zkoumaje za živa protoplasmu, shledal v ní základní hmotu, ve které uložena jsou vlákénka poněkud silněji světlo lámající. Někdy jich základní hmota obsahuje hojně, jindy méně, jsou různé délky a mohou se též větviti, čímž vzniká síť v základní hmotě. Vlákénka (mitom) jsou fysikálně i chemicky odchylná od základní hmoty (paramitom). Ale ani tuto strukturu protoplasmy nelze všeobecně pozorovati a opravdová vlákna, jež Flemming pozoroval, jsou většinou specialisovanou protoplasmou (vlákna pojivová, svalová, fibrily nervové).

Alveolární theorii vypracoval Bütschli. Učí, že se protoplasma skládá ze dvou hmot, jež se spolu nemísí, jedna je přítomna ve způsobě krůpějí (alveol) uložených ve hmotě druhé, kteráž je tedy omezena na stěny, vrstvičky, alveoly od sebe oddělující. Protoplasma alveolárně stavěná činí dojem pěny, v níž také prostory vzduchem vyplněné (obdoba alveol) jsou od sebe odděleny hmotou druhou, tekutou. Ještě větší shoda je mezi emulsí olejovou v roztoku potaše nebo kuchyňské soli. Uspořádání lamel oddělujících alveoly řídí se zákony o povrchovém napětí (Plateauův zákon o nejmenších plochách). Zrníčka v mezialveolární hmotě se nalézající nahroma-

ďují se v rozích, kde se tři lamely stýkají. V protoplasmě hmota mezialveolární je dle B ü t s c h l i h o kombinací bílkovinné látky s molekulami nějakých mastných kyselin, proto se nemísí s vodnatou hmotou alveol (enchylema). Alveoly, jež B ü t s c h l i v živočišné protoplasmě pozoroval, mají průměr 0,0005 až 0,001 mm. U rostlin však shledáváme všecky možné přechody mezi těmito alveolami a mnohem většími dutinkami v protoplasmě, které jsou vyplněny neživými vodnými roztoky různých látek, t. j. typickými vakuolami. Proto je možno, že alveoly vůbec lze vykládati jako vakuolky různými roztoky vyplněné a v protoplasmě rozpouštěním určitých látek vznikající.

Nezřídka totiž je protoplasma zcela homogenní anebo bez alveol a v té lze uměle vzbuditi objevení se alveol. Protoplasma obsahuje totiž bílkovinné látky, které se velmi snadno srážejí vlivem zevních činitelů. Hned potom se ve vodě, jíž je protoplasma proniknuta, rozpouštějí a roztoky se objevují ve způsobě velikého množství malých vakuolek, které protoplasmě dodávají vzhled alveolární. Ale obsah vakuolek může býti po nějaké době protoplasmou absorbován, vakuolky zmizí a protoplasma opět je homogenní. Změna reakce prostředí protoplasmy ve slabě kyselou ano i mechanický tlak mohou takovou dočasnou alveolisaci vzbuditi.

B e r t h o l d dospěl k názoru, že protoplasma je tvořena základní t e k u t o u a h o m o g e n n í h m o t o u, do které jsou vloženy rozmanité hmoty s ní se nemísící, zrníčka tuhá, krůpěje olejové, třislovinné, vakuolky, krystalky atd., vznášejíce se v ní. Protoplasma by dle toho byla pouhou e m u l s í. Rozmanité zkušenosti však nutí k názoru, že ani takový stav není všeobecně platný pro protoplasmu a nejvíce pravdě blíží se názor, že se s t a v b a, s t r u k t u r a p r o t o p l a s m y d l e j e j í h o f y s i o l o g i c k é h o s t a v u m ě n í. Může býti homogenní, nebo je emulsí, mimo to se v ní mohou též objeviti občas vlákénka, jak se děje jmenovitě v protoplasmě proudící, alveoly (malé vakuoly) i vakuoly větší a četná zrníčka. Protoplasma nemá vždycky stejnou stavbu, nýbrž může dle různého svého stavu fysiologického jeviti různou strukturu, je mnohotvárná, p o l y m o r f n í. Mění se též během vývoje protoplasmy. O. H e r t w i g praví, že té doby zdá se býti nemožným stanoviti všeobecně platnou formulku pro strukturu protoplasmy. Nelze však popříti, že se nejčastěji jeví protoplasma býti alveolární a tato struktura může míti veliký význam fysiologický. V živé hmotě se odehrávají rozmanité látkové změny, nezřídka i sobě protichůdné, které vyžadují místního oddělení. Není nemožno, že alveolární struktura umožňuje, aby se v jejich nitru odehrá-

valy jiné chemické pochody nežli v protoplasmě, v níž alveoly jsou uloženy. Mimo to se alveolární strukturou velice zvětšuje povrch styčných ploch různých hmot v protoplasmě a tím též intensita povrchových molekulárních zjevů, což pro životní pochody je velice důležité. Na optickém průřezu může struktura alneolární činiti dojem síťovité stavby, jakou popisoval Heitzmannaj.

Výzkumy posledních let bylo dokázáno, že protoplasma má v podstatě fysikální povahu koloidů, což znamená, že v určitém dispersním prostředí (tím je pro protoplasmu voda) jsou různě jemně rozptýleny dispersní hmoty, kterými jsou v protoplasmě hlavně látky bílkovinné, uhlohydráty a lipoidy, jež však nejsou rozptýleny až v jednotlivé molekuly a ionty (jak tomu je v pravých roztocích), nýbrž jen na větší nebo menší skupiny molekul. Ale tyto skupiny molekul jeví všecky možné přechody k pravým roztokům. U tekutých koloidních roztoků je dispersním prostředím voda, roztoky ty zvané soly mají povahu tekutin. U tuhých anebo polotuhých koloidních roztoků, jež zoveme gely, je také voda pouze dispersní hmotou. Zvýšená teplota může gel přeměniti v sol, jiné vlivy, jmenovitě chemické, tak přítomnost některých solí, způsobují, že se dispersní hmota sráží (koaguluje) a ve způsobě vloček vylučuje.

V protoplasmě největší význam přísluší tak zvaným amikronickým solům (emulsoidy), v nichž jsou částice dispersní menší než 6 μμ. Avšak obsahuje též četné částice o velikosti mezi 6—250 μμ (submikrony čili ultramikrony, jsou viditelny ultramiskroskopem) i částice větší než 250 μμ (mikrony jsou viditelny mikroskopem), takže by bylo možno protoplasmu též mezi suspensoidy počítati. Povrchové napětí koloidů je menší než povrchové napětí vody, difuse pozvolná a osmotický tlak nízký, snížení bodu mrznutí a varu nepatrné. Adsorpční schopnost jejich je však velice zvýšena a přechod v gely poměrně snadný.

# V. O buňce.

Při drobnohledném výzkumu protoplasmy nelze přehlédnouti, že vedle měnlivých struktur obsahuje větší části trvalé, vyznačující se určitým tvarem, stavbou, fysikálními i chemickými vlastnostmi od ostatní protoplasmy odlišnými. Jsou to ústroje, v něž je protoplasma rozlišena. Jsou sice také protoplasmou tvořeny, ale ta

má zvláštní vlastnosti. Základní protoplasmu označujeme jako cytoplasmu (Strasburger), zmíněné ústroje jsou v ní uloženy. Jsou to hlavně dvojí ústroje: jádro (nucleus) tvořené protoplasmou, již zoveme nukleoplasma a plastidy tvořené plastoplasmou. K nim přistupuje t. zv. centriol, přítomný jmenovitě v protoplasmě buněk živočišných.

Dříve byly popisovány velmi jednoduché živé bytosti, které prý postrádají jakýchkoli protoplasmatických ústrojů, které tedy pouze z cytoplasmy by se skládaly (Haeckelovy monery). Nemají prý ani jádra ani plastidů. Ale důkladnějším zkoumáním nalezena u veliké většiny těchto ústrojenců jádra anebo aspoň stanoveno, že je protoplasma jejich rozlišena v různé části, jimž také různá funkce fysiologická přísluší, na příklad v cytoplasmu a plastoplasmu. Jádra jsou přítomna téměř v každé protoplasmě živočišné a rostlinné, plastidy jenom u větší části rostlin, živočišné protoplasmě a houbám vůbec scházejí.

Jádra jsou za živa bezbarvá tělíska tvaru kulovitého, čočkovitého, proti cytoplasmě ostře ohraničená jakousi blankou obdobnou zevní hyaloplasmě. Uvnitř jádra nalézá se tělísko ostřeji světlo lámající, jadérko (nucleolus), obyčejně kulaté, někdy vakuolky obsahující. Jadérek může býti v jádru též větší počet. Mezi blanou jadernou a jadérkem uložena je tekutina (šťáva jaderná), kterou probíhají síťovitě rozvětvená vlákénka tužší hmoty (reticulum, sítivo jaderné), v uzlinách této sítě dají se stanoviti zrníčka ostřeji světlo lámající. Usmrtíme-li protoplasmu vyšší teplotou nebo nějakou látkou srážející bílkoviny, mohou mnohé tužší struktury protoplasmy v celku tak býti zachovány, jaké byly za živa. Říkáme, že jsme struktury protoplasmatické fixovali. Vložíme-li fixovanou protoplasmu do roztoku nějakého barviva, jako karminu, nebo nějakého zásaditého barviva anilinového, zbarví se v ní především jádra a sice nejintensivněji zrníčka v sítivu uložená, jež proto zoveme chromatinovými. Chromatin tvořen je po výtce nukleoproteidem, z něhož lze odštěpiti hmotu zvanou nuklein (bílkovinná látka obsahující kyselinu nukleinovou, v níž jsou aspoň 3% fosforečné kyseliny); pro nuklein z lososího spermatu Miescher udává elementární formulku $C_{29}H_{49}N_9P_3O_{22}$. Jadérka se skládají ze hmoty zvané pyrenin, což je jednodušší bílkovinná látka. Sítivo (Schwarzem jako linin označené) je tvořeno hmotou ne-li identickou, tedy aspoň velmi příbuznou s plastinem cytoplasmy. Je to nukleoproteid, obsahující však méně fosforečné kyseliny než nuklein. Barví se intensivně kyselými anilinovými barvivy. Šťáva jaderná je vod-

ným roztokem nejspíše albuminátů, blána jaderná (amfipyrenin) skládá se ze hmoty tuhé, příbuzné, ne-li identické s plastinem. Vzácněji obsahuje jádro některé produkty výměny látek, jako bílkovinné krystaly a vodní roztoky ve způsobě vakuol.

Plastidy jsou u veliké většiny rostlin tolikéž ostře vůči cytoplasmě ohraničeny. Jsou to tělíska různě veliká a různého tvaru, v nichž se dějí důležité pochody výměny látek, jmenovitě asimilační a kondensační. Často v nich rozmanité produkty této činnosti nalézáme, jako škrob, olej, bílkovinné krystalky i amorfní zrníčka karotin. Mnohé z nich obsahují barviva, která mají pro výživu rostlin veliký význam, tak na př. zeleň listovou (chlorofyl).

Jsou ústrojenci, jejichž tělo tvoří jediný celek, nejsouc rozděleno v několik stejnocenných částí. Jiní však se skládají z menšího nebo většího počtu částí, z nichž každá do jisté míry žije svým životem. Takovéto části stejnocenné, ve které je zdánlivě živá hmota mnohých ústrojenců rozdělena, byly označeny jako buňky (cellulae). Dle toho se někteří ústrojenci skládají z několika buněk, jiní však z jediné buňky. Buňka tvoří tedy celek buď samostatného života schopný anebo v souboru jiných buněk s nimi dohromady vyšší celek tvoří a jenom v některých směrech do jisté míry samostatně žijící.

Jednobuněční ústrojenci jsou nejjednodušší samostatného života schopné útvary, neboť jejich živá hmota tvoří ničím nerušený celek a neskládá se z několika stejnocenných částí. Uvidíme, že o takovém nerušeném celku můžeme mluviti všude tam, kde celá protoplasma souvisí nejen hyaloplasmou, nýbrž také polioplasmou. Soubor celé protoplasmy, pokud jednu buňku tvoří, i s jejími orgány (jádry, plastidy atd.) možno označiti jako protoplast (Hanstein). Pokud buňka samostatně žije, je nejjednodušším ústrojencem (elementárním organismem). Tento charakter zachovává si v některých jednoduchých organismech mnohobuněčných, které se skládají ze stejných buněk, jejichž protoplasty zcela od sebe jsou odděleny a které nejeví vzájemných fysiologických vztahů. U mnohých řas jednotlivé buňky jsou slepeny pouze slizem z buňky vylučovaným anebo ze starých blan vznikajícím, jsou tedy pohromadě drženy pouze mechanicky. Takové rostliny jsou kolonií samostatných buněk. Ale u některých řas, jejichž buňky tvoří vlákna, mohou buňky býti zcela samostatnými a jejich protoplasty zcela od sebe odděleny, takže i ty jsou koloniemi samostatných buněk.

Kolonie buněk jsou nejjednodušší a nejméně dokonalé organismy. Zcela jiný charakter mají mnohobuněčné organismy, jejichž protoplasty nejsou zcela od sebe odděleny, nýbrž nějakým způsobem spolu souvisí. U rostlin je spojení mezi sousedními protoplasty docíleno přejemnými vlákénky hyaloplasmatickými, které mezi sousedními buňkami probíhají (plasmodesmy). Také u živočichů ve velmi mnohých případech protoplasty spolu souvisí mezibuněčnými spojeními (můstky), jak jmenovitě Hammer dokázal a sice již v ranné době vývojové. Ve vyvinutých částech živočišných těl nezřídka těchto spojení není, ale tu souvisí sousední buňky mezibuněčnými stěnami nebo tak zvanými základními hmotami, které vlastně jsou pouze změněnou cytoplasmou. Protoplasty spolu zde souvisí právě těmito změněnými vrstvami cytoplasmy (Studnička).

V takovémto mnohobuněčném organismu souvisí spolu protoplasty všech, anebo většiny buněk, ovšem buďto jen hyaloplasmou anebo zvláště změněnými zevními vrstvami cytoplasmy, nikoli však polioplasmou. Tvoří tedy jejich živá hmota skutečný celek, složený z protoplastů jenom neúplně od sebe oddělených a označujeme jej na rozdíl od kolonií slovem symplast. V buňkách symplastu neodehrávají se všecky pochody zcela samostatně, nýbrž sousední buňky na sebe mohou vykonávati vliv, mohou býti na sobě více nebo méně závislé a ztráceti samostatnost, začasté i schopnost k samostatnému dalšímu vývoji, kdybychom je od ostatních buněk isolovali. V symplastu nejsou buňky již samostatnými elementárními organismy, nýbrž součástmi vyššího celku, na něm závislými a jsou s ním neustále ve vzájemných vztazích. Jsou nejvýše orgány tohoto celku a spolu též stavebními prvky, z něhož se celek skládá.

Čím však jsou buňky v koloniích a v symplastech od sebe odděleny? Živočišné protoplasty vytvořují na svém povrchu tužší blanky (pelikuly), které jsou k sobě přiloženy, při čemž na jednotlivých místech spolu i splynouti mohou. Jindy se mezi oběma blankami vytvoří vakuolky vodnatými tekutinami vyplněné. Konečně se v jiných případech mezi buňkami cytoplasma pozměňuje v tužší hmotu, do které se mohou ukládati též rozmanité hmoty metaplasmatické ano i neústrojné soli, jako v kostech uhličitan a fosforečňan vápenatý. Tato protoplasma, zvaná exoplasmou, kterou se protoplasty jaksi od sebe oddělily, neodumírá, nýbrž zůstává živou, třeba se její život projevoval hlavně ve vzrůstu a ve změně vnitřní stavby. Vzrůst jejich je prý do velké míry na ostatní protoplasmě buněk nezávislý.

Zcela jiný je charakter hmot, které od sebe oddělují protoplasty typických rostlin. Jsou to tak zvané blány, stěny buněčné, které nikdy nevznikají přeměnou protoplasmy, nýbrž vyloučením hmoty, již byla protoplasma v sobě vytvořila. Že nemůže blána buněk rostlinných vzniknouti přeměnou živé hmoty, chemicky tak složité, vyplývá z okolnosti, že se skládají nejčastěji z uhlohydrátů, nebo z látek tukovitých a i dusíkaté blány buněčné u rostlin skládají se z chitinu $(C_{32}H_{54}N_4O_{21})x$, což je sloučenina příliš jednoduchá, než aby byla mohla přímou přeměnou utuhnutím protoplasmy vzniknouti. Bílkovinných látek ve blanách buněčných u rostlin vůbec nelze stanoviti. Pro přítomnost proteinů ve blanách živých buněk rostlinných nemáme dosud žádných svědectví.

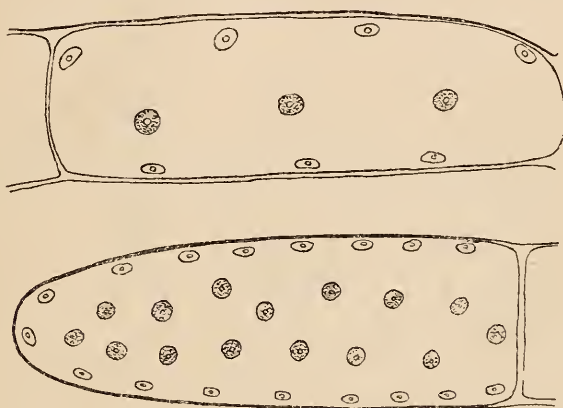
Musíme tedy blány rostlinných buněk považovati v celku za neživé a s tím souvisí okolnost, že beze styku s protoplasmou nerostou. Mimo to je ke vzájemnému spojení buněk rostlinných ve mnohobuněčném souboru potřebí plasmodesmů, t. j. protoplasmatických vlákének skrze blány probíhajících, jichž by třeba nebylo, kdyby blány samy byly živé.

Také jednobuněčné rostliny jsou opatřeny zpravidla blanou buněčnou, ke které protoplasma svou hyaloplasmou těsně přiléhá. U těchto buněk je blána ochranou proti zevním mechanickým vlivům, ve mnohobuněčných rostlinách tuhé blány jsou zároveň pevnou kostrou jejich, jež jim umožňuje dosíci značných rozměrů, jako u stromů, a vzdorovati rozmanitým zevním mechanickým vlivům, jako tíži, větru, proudům vodním atd.

Velikost buněk je velmi různá, ale v celku kolísá pro určitý druh v určitých mezích. Souvisí také s fysiologickou funkcí buněk, žlaznaté buňky jsou obyčejně větších rozměrů, než asimilační. Od nejmenších bakterií (Micrococců o průměru 0,4—0,8) až k mléčným rourám, jež sahají u pryšcovitých rostlin od kořenu až k vrcholu a jsou jedinou buňkou i několik m dlouhou, je nepřehledné množství přechodů. U rostlin cévnatých průměr parenchymatických buněk kolísá asi mezi $^1/_{15}$ až $^1/_{60}$ mm. Rostliny v suchu a při slabší výživě vyrostlé mívají menší buňky než individua téhož druhu vyrostlá ve vlhku a bohaté výživě. Ve tmě rostoucí rostliny vytvořují buňky delší než na světle.

Jako je rozmanitá velikost buněk, tak i tvar jejich. Ale i ten je pro jednotlivé druhy význačný. Nejjednodušší tvar, totiž kulovitý, je poměrně zřídka realisován na př. u některých jednobuněčných řas a hub. Hojnější je tvar buněk v jednom směru protáhlých (elipsoidně, válcovitě, vřetenovitě až vláknitě). Buňky ve vodě se vzná-

šejících řas mají často tvar velice složitý, bývajíce opatřeny různými výrůstky, čímž má býti zvýšeno tření o vodu, aby klesání jejich ve vodě bylo velmi pozvolné. Menší rozmanitost jeví buňky ve vícebuněčný soubor spojené. Tu bývají plochy, na nichž se buňky spolu stýkají, rovinné. Stýká-li se buňka ve všech směrech prostoru s jinými buňkami, může na se vzíti tvar mnohostěnů, ač i tu buňky s mezibuněčnými prostorami se stýkající mohou nepravidelně vyrůstati. Také buňky na povrchu buněčných souborů uložené mohou složitý tvar na se bráti. Trvale a nepravidelně měnlivý tvar jeví často buňky bezblanné, jako plasmodia hlenek a rejdivé výtrusy řas i hub.



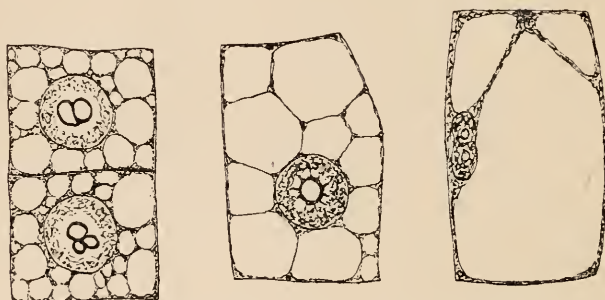
Dvě mnohojaderné buňky zelené řasy Cladophora glomerata.

# VI. Stavba rostlinné buňky.

Typická rostlinná buňka má tyto součásti: Tuhou zevní blánu, cytoplasmu s vakuolami, jádro a plastidy. U mnohobuněčných, dokonalejších rostlin mechy počínaje téměř všecky buňky jsou jednojaderné, u jednodušších rostlin, totiž u mnohých hub a řas, jsou buňky vícejaderné. U některých řas červených a parožnatek v tomže těle rostlinném vedle jednojaderných buněk jsou též vícejaderné. Větší buňky mají obyčejně též větší jádra anebo větší počet jich.

Ze mnohojaderných buněk mohou vzniknouti jednojaderné; tak u řas a hub často, když se vyvíjejí jednojaderné výtrusy, rozdělí se mateřská buňka mnohojaderná

v jednojadernou. Proto, a poněvadž i jednojaderné buňky jsou schopny zcela samostatného života, byly prohlášeny mnohojaderné buňky za celek vyšší než jednojaderné. Každé jádro s cytoplasmou, na kterou se jeho vliv vztahuje, je prý stejnocenné s jednojadernou buňkou a tato fysiologická jednotka Sachsem nazvána energidou. Též jednojaderná buňka je energidou, ale je také útvarnou jednotkou. Rozhodně nelze vázati pojem buněk na útvary jednojaderné, poněvadž se mohou jednojaderné buňky během svého vývoje státi vícejadernými tím, že se v nich jádro zmnoží jako u parožnatek a naopak vícejaderné buňky během vývoje se mohou státi jednojadernými, jak se to děje pravidelně v buňkách mnohých hub, jejichž dvoujaderné buňky se splynutím obou jader stávají jednojadernými. Je-li buňka značně velkých rozměrů, jde o to, aby



Tři buňky z kořenu kukuřice. Nejmladší chová mnoho malých vakuol, v prostřední vakuol ubývá a zvětšují se, nejstarši obsahuje jedinou vakuolu proniknutou dvěma vlákny cytoplasmy směřujícími k jádru.

jádra byla pokud možno stejnoměrně po celé buňce rozdělena, aby mohla protoplasmu ovládati, je-li menších rozměrů, jde spíše o množství hmoty jaderné a tu není třeba, aby buňka obsahovala jader větší množství. Strasburger vypočítal, že objem jádra má se k objemu cytoplasmy zpravidla asi jako 1 : 4, což však platí jen pro mladé (embryonální) buňky.

Mají-li se v typické buňce všecky životní pochody normálně odehrávati, musí obsahovati jádro. Zdá se, že jádro v součinnosti s cytoplasmou reguluje životní dějství. Většina jich se sice odehrává i tenkráte, když bylo jádro z buňky odstraněno, ale pozvolna intensita jejich ochabuje, až se zastaví a buňka dříve nebo později odumře. Protoplasma bez jádra dýchá i rozkládá na světle kysličník uhličitý, ale většinou nedovede kondensovati škrob anebo naopak kondensovaný škrob roz-

pouštěti, u mnohých rostlin nedovede bez jádra vytvořiti blánu buněčnou, buňka bezjaderná sice po krátkou dobu roste, ale pak svůj vzrůst zastavuje, nikdy však se nedovede množiti dělením. Pohybovati se může protoplasma bezjaderná také po nějakou dobu. Ale dříve nebo později hyne.

Také z okolnosti, že se jádro často nalézá na místech, kde se děje intensivní výměna látek, že v buňkách vylučujících nebo přijímajících určité látky mění svůj tvar i strukturu, souzeno, že pro tyto pochody jádro má fysiologický význam. Ve žlaznatých buňkách paliček na listech rosičky (**Drosera**) při vylučování enzymů jádra se trochu zmenšují a v jejich nitru se vytvářejí veliká chromatinová tělíska. Největší význam se připisuje jádrům pro přenášení dědičných schopností z buňky na buňku a z jedince na jedince.

Jádro bez cytoplasmy také dříve nebo později hyne.

Mnohem větší rozmanitost ve tvaru, velikosti, obsahu a počtu vykazují plastidy. Jsou to orgány protoplasmou tvořené, proti cytoplasmě obyčejně ostře ohraničené a úkolem jejich je vykonávati určité chemické změny látek, jmenovitě synthesy a kondensace. Poněvadž tedy mají pro výživu veliký význam, dán jim též název trofoplasty. Podle zbarvení možno rozeznávati zeleně zbarvené chloroplasty (chlorofylová zrna), chromoplasty zbarvené žlutě, hnědě, červeně nebo modravě, a leukoplasty, kteréž jsou bezbarvé. Podle sloučenin, které jsou jimi nejčastěji vytvářeny, lze rozeznávati amyloplasty (škrobotvorce, elaioplasty (olejotvorce) a proteinoplasty, tělíska bílkovinná vytvářející. Škrob se tvoří pouze v plastidech, proto buňky plastidů postrádající nedovedou také škrob vytvářeti, což platí pro všecky buňky živočišné. Živočišné buňky jakož i buňky hub vůbec nemají nic plastidům obdobného.

Největší význam přísluší chloroplastům. Jsou tvaru kulovitého, terčkovitého, hvězdicovitého, deskovitého, páskovitého, mají též tvar rozvětvené sítě atd., zvláště rozmanitý tvar jeví u řas, kdežto u složitěji stavěných rostlin, listnatými mechy počínaje, mají téměř všeobecně tvar kulovitý nebo čočkovitý. Leží vždy v cytoplasmě, obyčejně při okraji buněk, mohou však svůj tvar i svou polohu měniti. U mnohých řas a jatrovek **Anthoceros** obsahují ve svém nitru zvláštní orgány zvané pyrenoidy, kolem nichž se vytváří škrob. Význačné je pro chloroplasty jejich zelené zbarvení, obsahují barvivo chlorofyl a mimo ně jedno nebo několik barviv žlutých. U rostlin jevnosnubných (mimo klíční rostliny většiny jehličnatých) vzniká chlorofyl pouze na světle, ve tmě vyrostlé rostliny mají

pouze plastidy bezbarvé anebo nažloutlé. Tyto plastidy na světle však sezelenají.

Chromoplasty mohou obsahovati také chlorofyl, převládá v nich však anebo je výhradně přítomno barvivo jiné. Buňky řas červených (ruduchy) obsahují chromoplasty chovající mimo chlorofyl ještě červené barvivo bílkovinné povahy fykoerythrin, řas hnědých (chaluh) barvivo hnědé (fykofein) a buňky řas modrozelených barvivo modré nebo siné (fykocyan), rozsivky mají žlutohnědé barvivo diatomin. U rostlin jevnosnubných ve květních částech, hlavně v okvětí a v plodech mizí z chloroplastů zeleň a hojně se vytvořuje žluté až masově červené barvivo karotin ($C_{40}H_{56}$). Také jiné části těla obsahují někdy chromoplasty s karotinem, jako zdužnělý kořen mrkve. Karotin je v chromoplastech amorfně zrnitý nebo krystalisovaný.

Leukoplasty nemají barviv. Ve mladých buňkách jsou zpravidla všecky plastidy bezbarvé, teprve později se v nich objevují barviva. Také v podzemních částech rostlinných nalézáme většinou jen leukoplasty, a podobně většinou též v pokožkových buňkách rostlin jevnosnubných. Leukoplasty jsou obyčejně menší než jiné plastidy, kulovité. Ne všecky mohou vlivem světla sezelenati. Ve svém nitru vytvořují škrob, nebo olej, někdy též bílkovinné krystalky, anebo amorfní bílkovinná tělíska.

Ačkoliv je protoplasma, která tvoří základní hmotu plastidů, mnohem příbuznější cytoplasmě, nežli hmota jádra, nelze pozorovati, že by dovedla cytoplasma sama ze sebe plastidy vytvářiti. Buňky, z nichž byly plastidy odstraněny, nikdy nedovedou nových vytvořiti. Totéž platí o jádrech a uvidíme, že se jádra množí dělením daných již jader, jako se množí plastidy dělením daných již plastidů.

Téměř u všech rostlin v tom ohledu zkoumaných nalezeny byly v cytoplasmě zrníčkovité nebo vláknité útvary, které se po vhodné fixaci silně barví podobně jako chromatin jaderný. Nazvány byly (Mewes) mitochondriemi. Mohou se prý též děliti, měniti tvar, velikost i funkci, i vznikají z nich hlavně dle učení Guilliermondova jednak některé vakuoly, zvláště ty, které obsahují barvivo anthokyan, hlavně však plastidy. Avšak názory Guilliermondovy nejsou správné. Mitochondrie jsou vskutku velice rozšířeny v cytoplasmě živočišné i rostlinné, lze je u rostlin i za živa pozorovati (nazvány byly vibrioidy a nematoplasty), ale o jejich významu a chemickém složení dosud ničeho bezpečného nevíme. V některých buňkách se objevují v ohromném množství a snad tu jde skutečně o nějaké orgány obdobné plastidům, ač s nimi vývo-

jově nesouvisejí. Není vyloučeno však, že to jsou myelinovité látky zásobní.

Cytoplasma všech rostlin obsahuje téměř vždy vakuoly, dutinky vyplněné vodními roztoky ústrojných i neústrojných látek. Ve mladých buňkách jsou vakuoly malé a ve velikém počtu přítomné, ve starších se zvětšují, snad splýváním, a počet jejich se zmenšuje. Konečně vznikne obyčejně jediná centrální vakuola, která zatlačí všecku cytoplasmu i jádro ke stěně buněčné. Jindy zůstane jádro ve středu buňky a od nástěnné cytoplasmy probíhají k němu skrze vakuolu provazce a vlákna cytoplasmatická.

Jako je protoplasma ohraničena na zevnějšek vrstvičkou tužší a hyalinní živé hmoty, tak je též proti obsahu vakuol ohraničena hyalinní vrstvičkou, blankou vakuol, jež je asi podobných fysiologických vlastností jako zevní hyaloplasma, ač bývá tenčí. Byl vysloven také názor, že vakuoly vznikají z malých tělísek (tonoplastů), jež se množí dělením a jsou určeny k tomu, aby z nich vznikly za vhodných podmínek větší vakuoly. Tonoplasty by tedy byly orgány buněčnými asi jako plastidy. Tento názor de Vriesův obnoven byl v poněkud jiné způsobě Guilliermondem, jenž se domnívá, že vakuoly vznikají z mitochondrií. Avšak pokusem lze dokázati, že mohou vakuoly vznikati v libovolném množství zcela znova v cytoplasmě. Nejsou ničím jiným, než krůpějemi vodních roztoků, které cytoplasma nemůže do sebe přijmouti. Pfeffer dal plasmodia hlenek do nasyceného roztoku asparaginu, který obsahoval hojnost malých krystalků této látky. Plasmodium, které je bezblanné, přijímá krystalky ve velikém množství do svého těla. Přeneseme-li je pak do vody, vniká voda do plasmodia, krystalky asparaginu se počnou rozpouštěti a roztok vytvoří kolem každého krystalu vakuolu opatřenou blankou vakuolovou.

Některé vakuoly v buňkách bezblanných (u bičíkovců, válečů, v rejdivých výtrusech hub i řas) občas vyprázdní svůj obsah z cytoplasmy ven tím, že se pokožní vrstvička na místě styku s vakuolou protrhne. Ale na tomže místě, kde dříve vakuola byla, vytvoří se záhy nová, pozvolna roste, až se opět obsah její vyleje ven. Vakuola pulsuje. Někdy se protrhnutí děje v pravidelných dobách, na př. v 10—15 vteřinách. Jsou však též pulsující vakuoly, které se vyprazdňují velmi nepravidelně a ne úplně, ano i takové, které po nějakou dobu pulsují, ale pak pulsování trvale zastaví (plasmodia hlenek).

Vakuoly obsahují ve vodě rozpuštěné anebo v ní uložené různé látky. Nejčastěji cukry a větší nebo menší množství bílkovinných látek, soli (sírany, dusič-

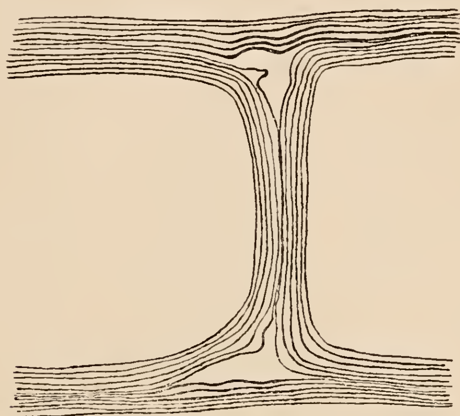
ňany, fosforečňany), ústrojné kyseliny, amidy, třísloviny a glykogen a barvivo modré nebo červené, anthokyan. Reakce je šťáva vakuol obyčejně kyselé a anthokyan potom červený. Ve starších buňkách stává se reakce často neutrální a s tím ve spojení se anthokyan zbarvuje fialově nebo modře. Anthokyan je látka glykosidům příbuzná a nezřídka jej obsahují vakuoly rozpuštěný, ale také krystalovaný. Vzácněji obsahují vakuoly též žluté barvivo ve své šťávě rozpuštěné (květy **Acacií**). Mimo to obsahují mnohé vakuoly krystaly šťavelanu vápenatého sádry, uhličitanu vápenatého atd. Maličké vakuoly, obsahující tříslovíny často jsou přítomny v buňkách řas a nazvány fysodami. Též oleje mohou vakuoly obsahovati.

Jako jsou plastidy chemickými dílnami pro synthesu nebo kondensaci rozmanitých látek, tak se zdá, že jsou vakuoly zásobárnami pro ně, vyjímaje škrob, který se pouze v plastidech vytvořuje. Ale jiné zásobní látky všecky se mohou ukládati ve vakuolách. Tuky ovšem i přímo v cytoplasmě se mohou objevovati. Bílkovinné látky nahromaďují se v semenech mnohých rostlin ve vakuolách v tak velikém množství, že při vysychání semen bílkoviny krystalují anebo amorfně tuhnou. Jsou to t. zv. lepková tělíska (aleurony). Další význam vakuol spočívá v tom, že látky v nich rozpuštěné přitahují do buňky vodu, napínají její blány a tím ji vyztužují. Konečně je vakuolami rostlině dána možnost laciné stavby velkých buněk. Kdyby byla celá buňka vyplněna protoplasmou, potřebovala by rostlina veliké množství vzácných a ve přírodě vždy v omezeném množství přítomných látek dusíkatých a fosforečných, a jistě by nemohly rostliny dosíci těch rozměrů, jakých vskutku dosahují. Ony však vyplňují velikou část buněčného prostoru vodou, hmotou, které mají za pravidelných okolností přebytek a uspoří tím na protoplasmě. Voda, levné stavivo, je uložena ve vakuolách. S tím také souvisí, že bylinné, zelené části rostlinné obsahují obyčejně o něco více nežli 90% vody.

Buňky rostlinné ve vodě žijící mohou na svém povrchu vytvořiti také brvy a bičíky které jsou s to v pravidelných obdobích anebo trvale vykonávati pohyby, čímž je také celé buňce pohyb dodáván. U bezblanných buněk, jakými jsou rejdivé výtrusy anebo pohyblivé buňky rozplozovací, vyrůstají bičíky nebo brvy z pokožní vrstvičky přímo do vody, u bakterií pronikají brvy a bičíky skrze tuhou blánu buněčnou. Bičíky, jichž má buňka malý a omezený počet, jsou tlustší a dlouhé, nezřídka mají střední vlákno s četnými brvami postranními, jsou zpeřené, brvy jsou obyčejně tenčí, kratší a jednoduché. Zdá se, že

brvy mají tužší osní vlákno a kol něho stejnoměrně nebo ve způsobě lištny rovně nebo šroubovitě probíhající měkčí cytoplasmu. Na spodu v pokožní vrstvě cytoplasmy anebo těsně pod ní přechází brva v naduřeninu. V rejdivých buňkách řasy **Vaucheria** přikládají se jádra k pokožní vrstvě plasmatické a tam z nich vyrůstají brvy. V rejdivých buňkách některých hub vybíhá od místa, kde brva v cytoplasmu přechází, vlákénko k jádru a v něm k jadérku. Brvy bakterií mohou se po nějakou dobu pohybovati i když byly od buňky odpadly anebo násilím od ní byly odděleny.

K typické buňce rostlinné patří též blána buněčná, tuhá hmota pokrývající protoplasmu buněk jednobu-



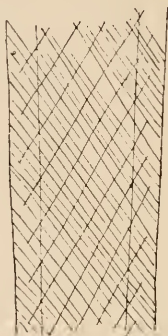
Vrstevnatá blána zelené řasy Cladophora.

něčných a oddělující od sebe protoplasty v rostlinách mnohobuněčných. Je ochranou sliznaté, měkké protoplasmy, která silným mechanickým tlakem nebo tahem vážně může býti poškozena anebo usmrcena, je však spolu vnitřní kostrou rostlinného těla. Měkká protoplasma sama by nikdy nemohla vzrůsti v rostliny takových rozměrů, jako jsou na příklad stromy, které dosáhnouti mohou v australských blahovičnících výšky až 150 m. To jim je umožněno pouze tuhými blanami, které je chrání jednak proti mechanickým účinkům váhy jejich větví, listů a plodů, jednak proti účinkům větru a proudů vodních.

Také u živočichů některé buňky vytvořují tuhé blány jako v kostech a chrupavce, aby tělu byla dodána dostatečná pevnost, ale blány ty jsou v podstatě vlastně přeměněnou protoplasmou, do které se ovšem různé látky

mohou ukládati druhotně. U rostlin však tuhé blány nevznikají přeměnou protoplasmy, nýbrž vyloučením látek, z nichžto se blána skládá, z protoplasmy. Je to zřejmo již z toho, že nejrozšířenější hmotou, z níž jsou blány stavěny, je uhlohydrát, buničina (celulosa), chitin, ve srovnání s bílkovinami poměrně jednoduchá látka dusíkatá a korkovina (suberin), látka tukovitá.

Blána rostlinných buněk roste jen potud, pokud je ve styku s protoplasmou a její další vývoj úplně se zastaví, jakmile se protoplasma od ní odtáhne, na př. působíme-li na buňku roztoky látek, které jí hojně vody odnímají (při t. zv. plasmolyse). Pro většinu dosud zkoumaných případů musí protoplasma obsahovati jádro, aby mohla blánu vyloučiti a pak trvale její vzrůst udržovati. Výjimku činí kořenovité vlásky (rhizoidy) jatrovkovitých mechů a pylové vaky.

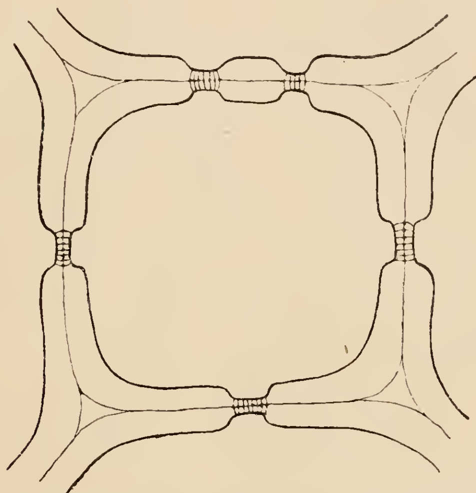


Proužkování blány buněčné lýkového vlákna barvínku.

Mladé blány buněčné jsou tenké, mohou však během dalšího vývoje buňky značně ztloustnouti. To se děje buďto tím, že se nové částečky na blánu přikládají, t. j. mezi blánou již danou a hyaloplasmou vylučují (vzrůst aposicí). Tento způsob tloustnutí blan je nejrozšířenější. Vedle něho však se děje také vzrůst blan intussuscepcí, t. j. nové částečky vnikají dovnitř blány a ukládají se mezi částečky starší. Blány mnohých řas a pylových zrn rostou intussuscepcí, neboť se u nich může měniti tloušťka i struktura vrstev, které jsou od protoplasmy odděleny jinou vrstvou. Tloustnutí aposicí děje se hlavně tam, kde netloustnou blány trvale, nýbrž kde tloustnutí je přerušováno dobou klidu, jak se děje na př. ve vláknech lýkových s blanami velmi silně ztlustlými. Tu se postupně na sebe přikládají vrstvy blan, které se i chemicky od sebe mohou lišiti. Mimo to může se

původně jednotná blána rozlišiti druhotně v několik vrstev tím, že některé obsahují vody více, jiné méně. Pohlížíme-li na blány s plochy, jeví se často jemně proužkovaný-mi, jakoby byly složeny z vlákének rovnoběžně a k ose buněčné šikmo probíhajících. V tomto směru leží také osa dvojlomu, která poukazuje na krystalinickou molekulární stavbu blan.

Blána buněčná, která se zakládá jako přehrádka mezi dvěma buňkami, je tenká a homogenní, k ní se pak přikládají další vrstvičky, mezitím se však zpravidla byla původní vrstva chemicky pozměnila, takže ji lze od vrstev druhotně s obou stran se k ní přiloživších rozeznati. Zove-



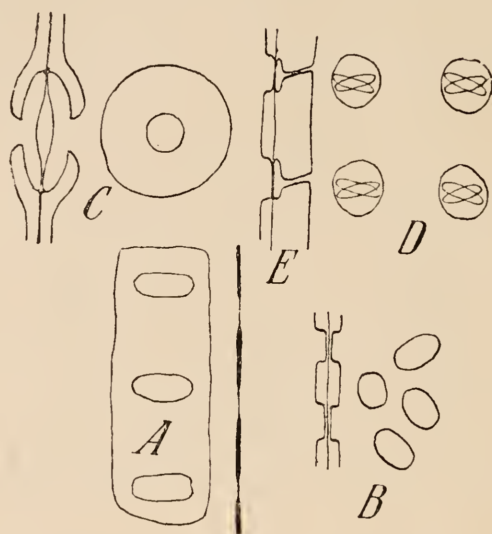
Řez buňkou se ztlustlými blanami tečkovitě ztenčenými. Skrze přepážky teček probíhají plasmodesmy.

me ji střední vrstvičkou (lamelou), dříve byla též označována jako vrstvička mezibuněčná. Ona je to, která sousední buňky pohromadě udržuje, jako by je slepovala.

Avšak blána nemusí tloustnouti na všech místech stejně. Na místech, kde tloustne slaběji, vznikají v ní prohlubeniny, jejichž obrysy, pohlížíme-li na blánu s plochy, jeví se nám jako rozmanité kresby. Nejčastěji mají obrys kruhový. Ztloustne-li blána velmi silně, mají ztenčeniny zjev kanálků ve bláně probíhajících. Tyto kruhovité ztenčeniny, jež se při slabém zvětšení jako tečky jeví, nazvány tečkami. Mohli bychom je přirovnati k výklenkům ve stěně. Je-li obrys vchodu do výklenku

stejných rozměrů jako dno jeho, je t e č k a j e d n o d u c h á. Je-li však vchod užší, je t e č k a d v ů r k a t á, byla též nazvána d v o j t e č k o u. Při pohledu s plochy lze viděti zevní menší a vnitřní větší obrys ztenčeniny, často se jeví dvůrkaté tečky jako soustředné kroužky.

Tloustnutím blan buněčných stává se rostlinné tělo pevnější. Ale z jedné buňky do druhé prostupují ve mnohobuněčné rostlině rozmanité živné látky ve vodě rozpuštěné a tento proud živných látek děje se tím pozvolněji, čím tlustší blanou difuse jejich musí se díti. Kde však blána




Různé způsoby nestejného ztloustnutí blány buněčné: *A* mělké tečky s plochy i na průřezu tenké blány, *B* totéž na tlustší bláně, *C* dvojtečka na průřezu a s plochy, *D* pohled s plochy na dvojtečky, *E* průřez blánou, která je na jedné straně tečkovitě, na druhé dvojtečkovitě ztlustlá.

netloustne, jako právě v místech teček, může se díti difuse mnohem rychleji. Také dvojtečky u m o ž ň u j í r y c h l e j š í d i f u s i r o z t o k ů, při tom však nesnižují tak pevnost blány jako tečky jednoduché, ježto je při nich neztenčený prostor menší.

Tečky a dvojtečky podmiňují velice rozmanitou s k u l p t u r u blan buněčných, která je často pro buňky jednotlivých druhů rostlinných velmi význačná. Volné části blan buněčných a povrch blan u rostlin jednobuněčných mohou nestejnoměrně tloustnouti také na zevnějšek, jako u pylových zrn, čímž taktéž rozmanité skulptury blan mohou vznikati.

Chemické složení blan buněčných je rozmanité u různých druhů rostlinných, ale i v těle jedné rostliny mohou míti různé buňky blány různých vlastností chemických. Souvisí to s úkolem buněk a jejich blan. Buňky, které mají ze zevnějšku přijímati živné látky ve vodě rozpuštěné, musí míti jiné blány než listy, které mají rostlinu chrániti před přílišnou ztrátou vody, které mají dodávati rostlině pevnosti, musí býti jiné povahy, než ty, které mají změnou objemu umožniti rostlinným ústrojům pohyby atd. Nejrozšířenější jsou blány anebo vrstvy jejich složené z uhlohydrátů a z těch nejčastějším je buničina, celulosa $(C_6H_{10}O_5)n$. Je to látka pevná a pružná, snadno vodu propouštějící. Rozpouští se snadno v kysličníku měďnato-amonném a v sehnané kyselině sírové, při hydrolyse dává pouze hroznový cukr. Méně pevná je t. zv. hemicelulosa, která často s celulosou je smíšena, vodou více bubří ano i zrosolovaťuje. Snadno se hydrolysuje a rozpouští se již ve zředěné kyselině sírové, při hydrolyse dávají hexosy a pentosy. V osemení semen, v kůře a dřevu stromů jsou hemicelulosy, které dávají při hydrolyse xylosu a galaktosu, v zásobních buňkách semen však dávají manosu, galaktosu a arabinosu. V buňkách takových jsou blány buněčné velmi ztlustlé, ale když semeno klíčí, rozpouští se většina vrstev jeho ztluštělých blan a klíční rostlina uhlohydrátů těch užije jako živin (u palem, rostlin liliovitých, kosatcovitých, motýlokvětých). Proto říkáme takové buničině reservní (zásobní) celulosa. K hemicelulosám čítáme též t. zv. pentosany.

Uhlohydrátové blány a vrstvy mohou se druhotně změniti tím, že se do nich cizí látky ukládají a s uhlohydráty případně i v chemické sloučenství vcházejí, blány jsou inkrustovány. Nejdůležitější jsou z inkrustovaných blány zdřevnatělé. Podkladem jejich jsou uhlohydráty, ale do nich vloženy jsou látky jiné, jejichž soubor byl nazván ligninem (dřevovinou). Je to směs látek, z nichž stanoven aromatický aldehyd hadromal, koniferin, vanilin; zdřevnatělé blány obsahují dále klovatiny a často hojně uhličitanu vápenatého. Barví se krásně růžově floroglucinem za přítomnosti kyseliny solné a žlutě síranem anilinovým za přítomnosti kyseliny sírové.

Zdřevnatělé blány jsou pevné stejně jako celulosní, ale jsou méně elastické, křehčí. Voda se v nich pohybuje ještě lépe než v celulosních. Objevují se tam, kde jde o rozvádění vody na větší vzdálenosti a kde jde o tuhost a tvrdost bez elastičnosti.

Velice často ukládají se do blan buněčných uhličitan a šťavelan vápenatý, jenž dodává blanám křehkosti, ještě častěji však kyselina křemičitá. U jednobu-

něčných řas rozsivek (**Diatomaceae)** ve bláně kyselina křemičitá převládá nad ostatní hmotou blány (pravděpodobně je v nich Si přítomno v nějaké ústrojné sloučenině), u mnohobuněčných rostlin nalézáme všecky přechody od blan hojně kyseliny křemičité obsahujících až k blanám čistě uhlohydrátovým). Většinou obsahují hojně kyseliny křemičité blány zevních vrstev buněčných (přesličky, trávy, šáchorovité, brutnákovité rostliny, listy jilmů, smokvoně atd.) a nelze pochybovati, že kyselina křemičitá chrání rostliny ty před býložravými živočichy a před vnikáním cizopasných hub.

Podstatně odchylné od blan uhlohydrátových jsou blány a vrstvy zkorkovatělé. Jsou povahy tukovité, lze z nich získati mastné kyseliny felonovou ($C_{22}H_{42}O_3$), suberinovou, floinovou a cerin, látku fytosterinu podobnou ($C_{30}H_{50}O_2$). Z korku z korkového dubu lze získati 44% mastných kyselin, z nich je 8% felonové a téměř 36% suberinové kyseliny, zbytek je kyselina floinová. Hmota zkorkovatělých vrstviček a blan nazvána byla suberinem, kterýž tedy snad je glycerinesterem jmenovaných mastných kyselin. Příbuzný suberinu je kutin, z něhož se skládá nejzevnější vrstvička na povrchu rostlinného těla, vyjímajíc kořeny. Felonovou kyselinu nelze v kutinu dokázati.

Zkorkovatělé a zkutinisované blány obtížně propouštějí vodu a vodní páry a nalézáme je při povrchu rostlinného těla, jež chrání před přílišnou ztrátou vody. Nejsou však na povrchu kořenů, jež musí snadno vodu do svého nitra propouštěti.

Houby obsahují ve svých blanách dusíkatou látku téměř totožnou s chitinem živočišným. Z plodnic žampionu (**Psalliota campestris**) získal Winterstein chitin, jenž obsahoval 6,24% N, živočišný obsahuje 6,01% N. Složení jeho bylo též vyznačeno formulí $C_{18}H_{30}N_2O_{12}$. Pouze **Perenosporaceae** a **Saprolegniaceae** nemají chitinu, málo ho obsahují bubřivé blány **Tremellinei** a **Dakryomycet.** Téměř zcela chitinové jsou blány **Hymenomycet, Gasteromycet, Pyrenomycet, Discomycet, Ustilaginei a Uredinei.** Plodnice hub obsahují v sušině 7—40% substance blan (ryzec pravý 32,12%, žampion asi 7%, **Boletus edulis** 6,78%, **B. scaber** 42,35%, **Morchella esculenta** 6,79%). Bakteriová blána je chitinová, kvasinky ho nemají.

Chitin z některých hub nazván též funginem, je to sloučenina chitinu s uhlohydrátem nějakým. Vařením s KOH při 180° C dává chitin látku ve velmi zředěných kyselinách rozpustnou, chitosan, jenž se silnou HCl dává glukosamin. N obsahují blány plodnic vyšších hub 0,24—3,89%.

Do blan buněčných ukládají se také někdy barviva. U bakterií jsou to barviva červená, žlutá i modrá, podobně do blan plodnic hub, které jsou živě zbarveny, jak tomu je u holubinek (**Russula**), dále u paličkovice nachové, u lišejníků a mechů. U rostlin cévnatých ukládají se do blan hnědá, fialová a černá barviva v pochvách svazků cévních, v kořenech a j. Nejčastěji nalézáme barviva ve středních vrstvách dřeva stromů, jimiž jsou pak dotčené části dřeva tmavě zbarveny (vrby, dub, jilm, ořech). Ve dřevu kampeškovém (**Haematoxylon Campechianum**) obsaženo je barvivo hematoxylin ($C_{16}H_{14}O_6 + 3 H_2O$), ve dřevu fernambukovém (**Caesalpinia echinata** a **C. Sappan**) je barvivo na vzduchu červenající brasilin ($C_{10}H_{14}O_5$), ve blanách dřeva je také barvivo žlutého dřeva **Maclura aurantiaca.** V nažkách rostlin okoličnatých je vrstva s černými blanami, které obsahují t. zv. fytomelany, ústrojné, bezdusíkaté sloučeniny, vždy velmi bohaté uhlíkem, jež nejspíše vznikají zpětnou přeměnou buničiny, při níž vystupuje voda dle schematu $(C_6H_{10}O_5)n$ — y $H_2O$. Jsou těžko přístupny chemickým činitelům a chrání nažky nejspíše před býložravými živočichy a houbami.

Z okolnosti, že blány mohou nejen tloustnouti přikládáním a vkládáním se nových částic, ale že také mohou ztlušťovací jejich vrstvy mizeti, plyne, že protoplasma nejen dovede vylučovati hmotu blan, nýbrž také látky, které hmotu tu rozpouštějí anebo vůbec chemicky mění. Jsou to enzymy, které také na omezených místech mohou působiti, čímž v hotových blanách mohou vzniknouti otvůrky (kanálky) různé světlosti. Tak se mohou setkati živé hmoty dvou sousedních buněk, které původně byly blanou zcela odděleny, což se děje při srůstání buněk anebo celých souborů buněčných původně zcela samostatných, na př. při šlechtění. Též mohou stěny mezi sousedními buňkami činností enzymů úplně býti rozpuštěny a obsahy buněk splývají, jako v t. zv. mléčných cévách rostlin čekankovitých a jinde. Také zrosolovatění a rozpuštění určitých částí blan ve vodě, čímž vznikají otvory ve bláně buněčné, kterými unikají rejdivé výtrusy z buněk, působeno jest enzymy blánu měnícími.

## VII. Dělení buněk a jader.

Ježto živá hmota vůbec nyní nevzniká sama o sobě zcela znova ze hmoty neživé, nemůže ani nová buňka vzniknouti jinak, nežli z buňky již dané. Ale ne každá část protoplasmy od buňky oddělená měla by schop-

nost samostatně dále existovati a dáti vznik úplné buňce se vší její ústrojností, jak jsme ji poznali. Má-li vzniknouti nová buňka, musí se buňka i se svými důležitými orgány rozděliti, neboť jako nemůže cytoplasma vzniknouti sama zcela znova ze hmoty neživé, tak také nemohou vzniknouti jádro a plastidy zcela znova z cytoplasmy. Rozmnožují se dělením. Platí tedy věty, omnis cellula e cellula, t. j. každá buňka vzniká z jiné buňky, omnis nucleus e nucleo, každé jádro vzniká z jiného jádra, a každý plastid vznikl z plastidu.

U jednobuněčných ústrojenců se buňky po rozdělení od sebe oddělí a dceřinné buňky samostatně dále žijí. U mnohobuněčných však zpravidla zůstanou spolu dceřinné buňky spojeny, jen vzácně se od sebe oddělí a teprve druhotně spolu zase srostou. Vyvíjí-li se mnohobuněčná rostlina z jedné buňky (ze zárodku, z vaječné buňky), pochází cytoplasma všech buněk dospělé bytosti z cytoplasmy oné původní buňky, všecka jich jádra jsou potomky jejího jádra a všecky plastidy jsou potomky jejích plastidů. Zdali se také jiné součásti buňky (centrioly, mitochondrie) rozmnožují pouze dělením, či zdali mohou zcela znova z cytoplasmy anebo z jádra vzniknouti, není ještě rozhodnuto.

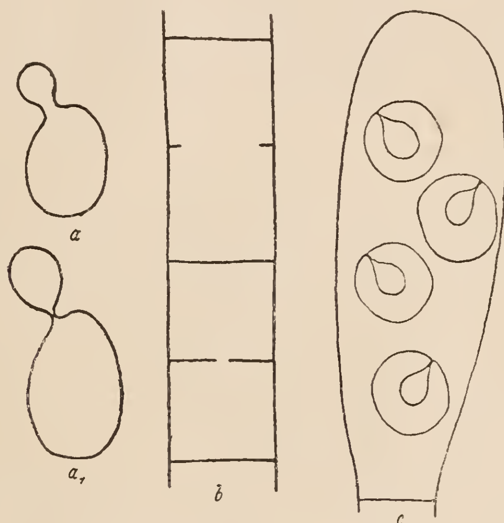
Buňka se může děliti rozmanitým způsobem. Buď se rozdělí na dvě buňky anebo současně ve větší počet jich. Nebo vznikají při dělení zcela stejné dceřinné buňky, ve které se mateřská buňka rozdělí tak, že ztrácí svou individualitu. Anebo jsou sesterské buňky nestejně veliké. Při tom může jedna z nich, mateřská, zachovati svou individualitu, nezmenšujíc se při dělení, druhá se tu jeví jako menší a mladší buňka dceřinná.

Nejjednodušší je dělení buňky zaškrcením. Na povrchu buňky vzniká rýha (zaškrcení), která postupuje dovnitř, až buňku úplně ve dvě (nebo větší počet) částí rozdělí. Bezblanné buňky se často dělí takovýmto způsobem, který je také u živočišných vajíček při t. zv. rýhování jejich velmi rozšířen. Ale i oblaněné buňky se mohou takto děliti, jako bakterie, u nichž se však s tímto způsobem dělení kombinuje také jakési vnitřní dělení přehrádečné. Neboť současně, jak se venku objeví zaškrcení buňky, vzniklo uvnitř zrníčko, které se nalézá v místě zaškrcení a jež se čočkovitě rozšiřuje, až se spojí s okraji rýhy dovnitř postupující a obsah buněčný tak ve dvé rozdělí.

U některých jednodušších rostlin dělí se protoplasma tím, že od kraje dovnitř vnikají četné rýhy anebo že vytvoří řady vakuol, jež splynou a protoplasmu rozdělí. Tak se rýhuje plasma hlenek při tvorbě výtrusů nebo

u mnohých řas při zakládání výtrusů rejdivých. Je to speciální případ zaškrcování.

Druhý způsob dělení je pučení. Tu z mateřské buňky vyrůstá menší buňka dceřinná, která se konečně od mateřské může zcela odděliti, anebo se aspoň živý její obsah od obsahu mateřské buňky blanou oddělí. Mateřská buňka zachovává při tom svoji individualitu. Příklad poskytují kvasinky, jednobuněčné houby, na jichž buňkách vyrůstá maličký pupen, který se zvětšuje, při čemž do něho vniká z mateřské buňky část její protoplasmy, až se v místě spojení obou buněk vytvoří přehrádka, ta se rozštěpí




Dělení buněk: $a$, $a_1$ dvě stadia pučení kvasinek, $b$ dvě stadia přehrádečného dělení centripetálního, $c$ volné novotvoření buněk kolem jader ve vřecku.

ve dvé a dceřinná buňka od mateřské odpadne. Výtrusy hub stopkovýtrusových a rozmanité výtrusy konidiovými zvané jiných hub v podstatě takovýmto pučením vznikají. U živočichů se množí pučením někteří nálevníci (**Podophrya gemmipara**) a také t. zv. směrná čili pólová tělíska při zrání vajíček vznikají pučením z vaječné buňky.

Nejrozšířenějším a pro rostliny opravdu význačným způsobem je dělení přehrádečné. Děje se tak, že uvnitř buňky vznikne přehrádka, stěna, která prostor buněčný ve dvě části rozděluje. U většiny řas a hub zakládá se přehrádka na okraji buňky při staré stěně buněčné kolkolem ve způsobu prsténce a roste dostředivě dovnitř

buňky, až je prostor buněčný zcela rozdělen, u rostlin dokonalejších mechy počínaje zakládá se přehrádka uprostřed buňky ve způsobu terčku, který na svém okraji odstředivě roste, až se dotkne starých blan buněčných a s nimi sroste, čímž je prostor buněčný na dvé rozdělen. Přehrádečné dělení je pro rostliny mnohobuněčné, které se skládají ze mnoha vrstev buněčných ve všech směrech prostoru nejvhodnější, ba pro buňky se všech stran jinými obklopené, jedině možné.

Přehrádka stojí většinou uprostřed buňky, rozdělujíc její prostor ve dvě stejné poloviny (dělení ekvální). Ale někdy je posunuta v jednu stranu a pak vznikají sesterské buňky nestejné velikosti (dělení inekvální). Obyčejně je jedna z nich určena k zvláštnímu úkolu; tak v zevní vrstvě buněčné v kořenech se oddělují menší buňky, ze kterých pak vyrůstají tak zv. kořenové vlásky a v povrchní vrstvě na listech a lodyhách vznikají inekválním dělením malé buňky, ze kterých se později vyvinou tak zv. průduchy.

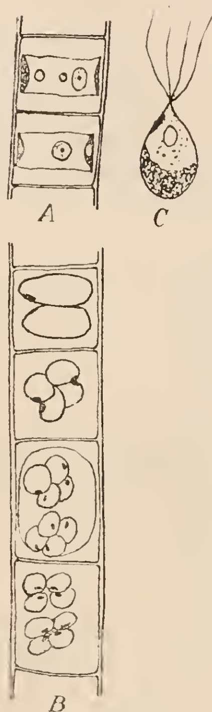
Obyčejně se dělí buňka přehrádkou ve dvě buňky sesterské, ale může se vyvíjeti v buňce současně přehrádek větší počet a buňka se rozdělí současně ve větší počet buněk. Výtrusy mechů, tajnosnubných cévnatých a nahosemenných a pylová zrna většiny dvouděložných rostlin vznikají po čtyřech tím, že se mateřská buňka jejich současně rozdělí ve čtyři buňky. Při zakládání bílku (endospermu) semen protoplasma určená, aby z ní toto pletivo vzniklo, může se současným objevením mnoha přehrádek rozděliti ve veliký počet buněk.

Zvláštní případ přehrádečného dělení je volné novotvoření buněk. Kdežto se při přehrádečném dělení nová přehrádka přikládá ke stěnám starým, vytvoří se a zůstane při volném novotvoření blána nové buňky beze styku s blanou starou, jako by se kus protoplasmy buněčné uvnitř buňky vykrojil a blanou oddělil. Buňka takto vznikající má tvar koule nebo elipsoidu a leží volně uvnitř buňky. Při volném novotvoření nespotřebuje se všecka cytoplasma k vytvoření buněk. Takto vznikají buňky, které se mají snadno z mateřské vybaviti, jmenovitě výtrusy hub vřeckatých (**Ascomycetes**), výtrusy kvasinek a bakterií.

U mnohých řas vznikají rejdivé výtrusy i pohlavní rozplozovací buňky rejdivé (planogamety) omlazením a s ním spojeným zaškrcením protoplastu. Omlazení děje se tak, že se živý obsah buněčný odtáhne od stěn buněčných, ve kterých se potom na některém místě vytvoří otvor a tudy obsah, jenž mezitím byl vytvořil na svém povrchu brvy, vyrejdí z buňky. Tak se na př. vyvíjejí rejdivé výtrusy u řasy **Oedogonium**. Jindy (řasa **Uloth-**

**rix**) se živý obsah buněčný též odtáhne od blány buněčné, zaokrouhlí a pak postupným zaškrcením rozdělí ve 2, 4, 8, 16 i 32 buňky rejdivé.

To jsou nejrozšířenější typy dělení buněčného, které mohou býti spojeny p ř e c h o d y. U jednodušších hub dělí se obsah výtrusnic někdy tak, že se vytvořují v cytoplasmě vakuoly, kterými se jednotný protoplast rozdělí na




*A* dvě buňky řasy Ulothrix, *B* omlazování spojené s dělením obsahu zaškrcováním, *C* rejdivý výtrus se 4 brvami, chloroplastem, červenou skvrnou a pulsující vakuolou.

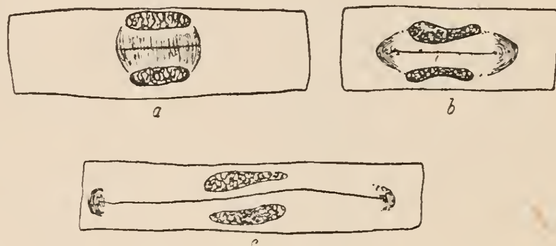
mnoho samostatných buněk, nebo vrůstají od okrajní hyaloplasmy dovnitř cytoplasmy mnohonásobné rýhy, jimiž se protoplast rozděluje atd. I při dělení buněk lze pozorovati, že různé jeho způsoby souvisejí s úkolem buněk anebo s celkovou ústrojností rostliny.

Má-li býti buňka při dělení vznikající schopna dalšího vývoje a má-li býti s to, aby všecky své úkony životní konala, m u s í b ý t i o p a t ř e n a v š e m i s o u č á s t m i, ú s t r o j i a ústrojností k tomu potřebnými. Nezbytným

ústrojem je v typických buňkách rostlinných jádro. Poněvadž však jádro nikdy zcela znova samo z cytoplasmy nevzniká, nýbrž také jenom dělením jádra již daného, musí býti postaráno o to, aby se do nové buňky aspoň jedno jádro dostalo. Ve mnohojaderných buňkách dělení jaderné nikterak nemusí býti časově spojeno s dělením buňky, neboť jsou-li jádra stejnoměrně v cytoplasmě rozdělena, rozdělí se přehrádkou celý obsah tak, že do každé buňky s cytoplasmou se dostane příslušný počet jader. Proto tu také není obyčejně dělení jader v žádném vztahu k dělení buněk.

Jinak v buňkách jednojaderných. Tu musí dělení jádra předcházeti dělení buněčnému, aby se do každé dceřinné buňky aspoň jedno jádro dostalo. Vskutku zde bez výjimky buněčnému dělení předchází jaderné.

Jádra dělí se dvojím způsobem, přímo a nepřímo. Přímé (amitotické) dělení je prostým zaškrcením jádra




Postupný vývoj centrifugálně rostoucí přehrádky v buňce rostliny cévnaté.

bez podstatné změny jeho vnitřní struktury. Jádro se protáhne a uprostřed zaškrcuje ostrou rýhou nebo se tu činkovitě zužuje, až se rozdělí ve dvě části. Současně dělí se podobným způsobem jadérko uvnitř jádra. Snad jen u kvasinek se jádro normálně a trvale dělí přímo, ač i tu není vyloučeno, že jde o nepřímé dělení poněkud zakryté. Jinde pouze v buňkách abnormálních na př. houbami napadených anebo v takových, které jsou smrti určeny, děje se dělení jader přímo. U parožnatek (**Characeae**) část lodyžkovitá rozdělena je v uzliny nesoucí větévky a mezi uzlinami jsou články, jimiž probíhá jediná, i několik cm dlouhá buňka. Původně jsou i všecky buňky parožnatek jednojaderné, když se však článkové buňky počínají prodlužovati, dělí se jejich jádro přímo mnohokráte po sobě, bez podstatné změny své vnitřní skladby (struktury) a stanou se mnohojadernými. Buňky ty nejsou s to, aby se účastnily regenerace nebo rozplozování, jako vůbec u rost-

lin buňky, v nichž se bylo jádro přímo rozdělilo, ztrácejí důležitou část svých schopností, totiž možnost dalšího dělení svého.

U živočichů, jak se zdá, je přímé dělení jaderné hojnější. V bílých krvinkách často je lze pozorovati (v lymfatických tělískách žáby trvá přímé dělení jádra dle pozorování za živa 5 minut); tu také může současně na jádru vzniknouti několik rýh a jádro se současně rozdělí, roz-

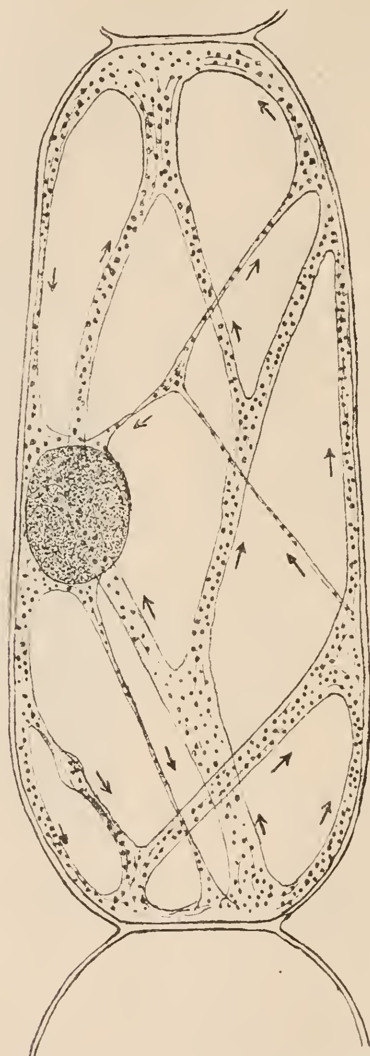



*A* přímé dělení jader v internodiálních buňkách parožnatky, *B* přímé dělení jader ve sklerenchymu svazku cévního bělozářky liliovité, *D* meristematické buňky z vrcholu kořenového cibule kuchyňské s různými stadiemi nepřímého dělení jader.

padne v několik jader (fragmentace). Také ve žlaznatých buňkách, epitheliích a j. lze pozorovati u živočichů dělení přímé. Jako pučí dceřinné buňky z buňky mateřské, může také jádro vytvářeti pupeny a rozmnožovati se pučením.

Je zřejmo, že dělení přímé je dosti nepřesné, neboť ani při dělení jádra ve dvé obě poloviny nejsou obyčejně stejně veliké. Ještě větší nepravidelnost jeví se při fragmentaci a pučení. Přesnosti dělení dosaženo však v dělení nepřímém (zvaném též mitosou (Flemming),

karyokinesou). Podstatou jeho je, že se nedělí jádro v tom stavu, v jakém je vidíme, když se nedělí, nýbrž že se před karyokinesou (termin Schleicherův) jeho



Buňka ze chlupu na nitce tyčinky jednoděložné r. Tradescantia virginica (v levo), obklopená blanou, pod ní vrstvička hyaloplasmy, pak polioplasma s četnými zrníčky. Centrální vakuola proniknuta je hojnými proudy cytoplasmy. Šipky udávají směr proudění. V buňce zrnité jádro.

struktura nápadně změní. Vyvinou se v něm totiž ze sítiva jaderného a z chromatinu tělíska zvaná chromosomy a ta se velice pravidelně dělí. Každé se podélně roz-

štěpí a poloviny takto vzniklé se od sebe vzdalují ke dvěma pólům, kdež se seskupí a dají vznik novému jádru. Dostane se tedy do každého dceřinného jádra polovina každého chromosomu, který byl vznikl v mateřském jádru. Blána jaderná se u většiny rostlin při dělení nepřímém rozpustí beze stopy, též jadérko a nerozpustí-li se, tedy se dělí nepravidelně.

Jenom u některých hub (**Plasmodiophoraceae**) a řas (bičíkovci, **Cladophora**), které mají v jádru veliké jadérko (karyosom), dělí se též jadérko dosti pravidelně, ale prostým zaškrcením. Ani cytoplasma se při dělení nepřímém nemusí děliti přesně ve dvě poloviny.

Při karyokinesi tedy jde buňce pouze o přesné rozdělení oné hmoty, která je nahromaděna ve chromosomech, jen ona se zcela přesně dělí. Proto se právem soudí, že jí také přísluší fysiologický význam v životě buňky i jejího potomstva.

Nepřímé dělení nalézáme v buňkách veliké většiny živých bytostí, u všech vytvářejí se v jádrech chromosomy a pokud podrobně jejich osud byl sledován, shledáno, že se podélně štěpí. Můžeme snad karyokinesu považovati za zjev význačný pro všecky ústrojence mající typická jádra, je to snad zjev pantypický. Jeho nejdůležitějším příznakem je vytvoření a podélné rozštěpení chromosomů. Všecky ostatní pochody, které karyokinesu provázejí, jsou vedlejšího významu, neboť nejsou při všech karyokinesách přítomny. Sem sluší počítati vláknité rozlišení se cytoplasmy v dosahu jádra a chromosomů, dále objevování se a dělení t. zv. centriol. Vůbec při karyokinesi může jeviti — ale nemusí — cytoplasma ve spojení s pohyby chromosomů rozmanité změny ve svém rozložení a ve své struktuře. Vznikají tím velmi úhledné útvary, dělící figury. K podrobnému vylíčení karyokinese zvolíme vegetativní buňku některé rostliny cévnaté. Celou karyokinesu lze tu rozděliti v několik oddílů (fásí). První je profáse, během té se v jádru soustřeďují zrníčka chromatinová na určitá vlkna v sítivu jaderném, kteráž se následkem toho stávají tlustšími a barvitelnějšími. Ostatní vlákénka mizí. A tak vznikne v jádru několik vláken chromatinových různým způsobem v jádru probíhajících, často pod blanou jadernou šroubovitě nebo spirálovitě, pročež se stadium toto nazývá též spirémem (klubíčkem). Mezitím se na dvou protilehlých pólech jádra nahromadila hyalinní cytoplasma ve způsobě dvou čapek. Jadérko je ještě viditelno.

Druhá fáse, metafáse, počíná tím, že se v hyalinních čepičkách v cytoplasmě vytvořují vlákénka barvící se nejvýše slabě barvivy jadernými, která vřeténkovitě kol

jádra od pólů k pólům probíhají. Blána jaderná a jadérko se rozpustí a chromosomy se nejprve seskupí v husté klubko, z něhož se rozloží do roviny kolmo stojící na vřeténko nebarvitelné (achromatické), t. zv. roviny ekvatoriální. Jsou-li chromosomy krátké, celé se rozloží v této rovině a pohlížíme-li na ně s plochy, činí celá jich skupina dojem hvězdy, odkudž název tohoto stadia hvězda, a s t e r. Jsou-li však příliž dlouhé, jenom některá část jejich se nalézá v rovině ekvatoriální, ostatní část obyčejně probíhá rovnoběžně s vlákny achromatickými. Obyčejně se od profáse až k tomuto stadiu chromosomy trošku zkrátily a ztloustly. Již ve stadiu hvězdy jeví se ve chromosomech slabá po celé délce jejich probíhající skulinka, která svědčí, že jsou podélně rozštěpeny ve dvě poloviny. Ve stadiu třetím, v a n a f a s i, tyto poloviny se počnou od sebe oddělovati a sice vždy nejprve na místech, kde se chromosom nalézá v rovině ekvatoriální. Pohybují se podél achromatického vřeténka až k pólům celé dělící figury, kdež se sestaví do skupin, které opět mají hvězdovité vzezření a zovou se d i a s t e r (dvojhvězda).

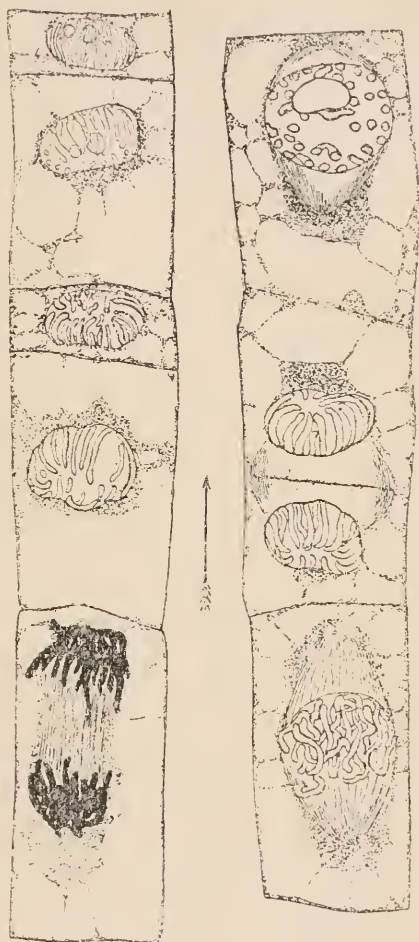
Ve čtvrté fási, t e l o f á s i, sestoupí se dceřinné chromosomy na obou pólech v husté klubko (d i s p i r é m), částečně splynou, částečně se v nich objevují vakuoly, také mezi nimi se nahromadí tekutina a kolem celého útvaru tvoří se blána, nejspíše činností cytoplasmy. To je mladé jádro, v jehož nitru se pak vyloučí jedno nebo několik jadérek. Z chromosomů vznikne nové sítivo s chromatinovými zrníčky anebo se chromatin v sítivu stejnoměrně rozloží a obě dceřinná jádra pozvolna nabudou tvaru a struktury mateřského jádra před profásí.

Vidíme, že skutečně z viditelných součástí mateřského jádra přímo přešly do dceřinných jader poloviny chromosomů. Co se stalo s hmotou jadérek, blány a šťávy jaderné, nevíme.

A c h r o m a t i c k á v l á k é n k a ve vegetativních buňkách rostlin cévnatých po rozestoupení se obou skupin chromosomů účastní se na založení přehrádky mezi oběma dceřinnými buňkami. Vlákénka ta — tvoří nyní t. zv. s p o j o v a c í v ř e t é n k o — ztlustnou uprostřed mezi oběma dceřinnými jádry, tyto ztlustlinky splynou v destičku, v níž se objeví skulina, do které cytoplasma vyloučí tenkou blanku jakožto základ od přehrádky buněčné. Základ přehrádky nesahá však přes celou šíři buňky a musí se odstředivým vzrůstem na svých okrajích rozšířiti tak, aby se rozdělila celá buňka.

Celé dělení jádra trvá 1—1½ hodiny, vytvoření přehrádky trvá ½—1 hod. Délka doby, které vyžaduje, závisí však na zevních okolnostech, jmenovitě na teplotě.

Že se zakládá přehrádka ve spojovacím vřeténku (f r a g m o p l a s t u) mezi oběma dceřinnými jádry, je velice výhodné zařízení, neboť je tím zabezpečeno, že se bude na každé straně její nalézati po skončeném dělení jedno jádro. Působíme-li o d s t ř e d i v o u s i l o u na dělící se

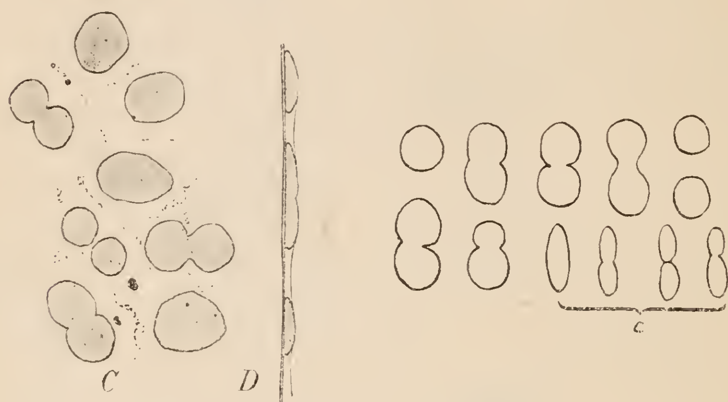


Dvě řady buněk (v levo) z kořene česneku Allium montanum s různými stadiemi jaderného dělení nepřímého.

buňku, můžeme posunouti celou dělící figuru v libovolnou část buňky, vždy však rozdělí přehrádka ve fragmoplastu vzniklá buňku ve dvě části, třeba nestejně veliké, z nichž každá však je opatřena jedním jádrem. Kde se přehrádka zakládá bez fragmoplastu volně mezi rozdělenými jádry,

jako u některých řas (**Spirogyra**), snadno lze posunouti odstředivou silou obě dceřinná jádra na jednu stranu vznikající přehrádky, takže může vzniknouti jedna buňka bezjaderná a druhá opatřená dvěma jádry.

U mnohých řas (řasy hnědé, ruduchy, rozsivky) a hub chová buňka malé tělísko v těsné blízkosti blány jaderné nebo přímo ve bláně, které zjevem se podobá centriolu buněk živočišných. Při profási se kolem něho uspořádá cytoplasma paprsčitě, centriol se rozdělí, obě poloviny se od sebe vzdalují a postaví na protilehlé póly jader. Z části vláken kol nich hvězdovitě uspořádaných vytvoří se achromatické vřeténko. Jinak probíhá dělení a rozestupování se chromosomů stejně jako v buňkách centriolu po-



Různá stadia dělení chloroplastů v buňkách zelené řasy Vaucheria (v levo) a listu mechu Mnium (v pravo).

strádajících. U některých řas (hnědé a rozsivky), jak se zdá, centriol je trvalou součástí buňky, u hub se však po rozdělení stane neznatelným a bezpochyby úplně zmizí, objeví se teprve zase před dělením karyokinetickým. U mechů a tajnosnubných rostlin cévnatých se objevuje centriol pouze při vývoji samčích buněk rozplozovacích (spermatozoidů) a ve spermatozoidu z něho vyrůstají brvy. Centriol hraje tu úlohu t. zv. blefaroplastu. Centriolu připadá také úloha při volném novotvoření buněk, neboť od něho počíná vyrůstati pokožní vrstvička, která odděluje dceřinnou buňku od protoplasmy mateřské. Vrstvička se skládá zprvu z vláken, jež od centriolu vyzařují, později se uspořádají v jednu plochu.

Ve mnohojaderných buňkách není třeba, aby se jádra dělila v nějakém časovém vztahu k dělení

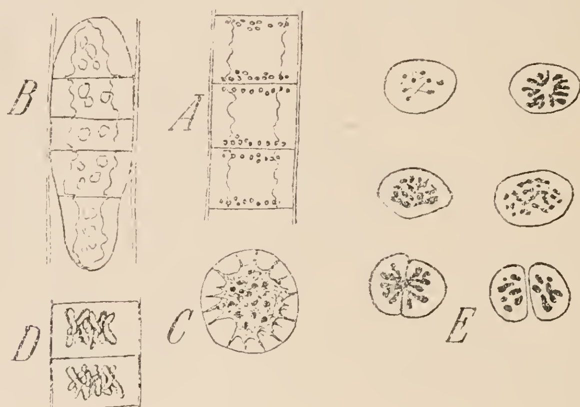
buňky. Jádra jsou obyčejně stejnoměrně v buňce rozložena a přehrádka rozdělující cytoplasmu oddělí od sebe ovšem také jádra v ní se nalézající. V buňkách malým počtem jader opatřených zpravidla všecka jádra současně se dělí. Z toho lze souditi, že tu podnět k dělení dává společná cytoplasma, v níž jsou jádra uložena anebo že veškerá protoplasma v jedné buňce v určitém fysiologickém stavu se nalézá, který k dělení vede. V buňkách větších rozměrů a větším počtem jader opatřených šíří se často dělení od jednoho konce k druhému, takže v celé buňce různá postupně po sobě jdoucí stadia nalézáme. Stav protoplasmy k dělení vedoucí šíří se tu zřejmě od jednoho konce buňky ke druhému (na př. v mléčných buňkách pryšců). Konečně jsou i případy, kde v jedné buňce všecka možná stadia dělení nepravidelně vedle jader nedělících se shledáváme (zelená řasa **Cladophora**).

Plastidy tolikéž nevznikají zcela znova z cytoplasmy ani z jádra, ani z mitochondrií, jak pro některé rostliny bezpečně lze stanoviti. U některých řas (**Spirogyra**) přehrádka od postranní stěny prsténcovitě dovnitř buňky vzrůstající rozděluje též páskovité, šroubovitě se vinoucí chloroplasty. Chloroplasty přecházejí také z vegetativních buněk do rozplozovacích a když z těchto nová vlákna vyrůstají, přecházejí do nich chloroplasty z buňky rozplozovací. Mimo to **Spirogyra** mitochondrií vůbec nemá. U jatrovky **Anthoceros** každá buňka jatrovky obsahuje jeden terčovitý chloroplast. Před dělením jádra rozdělí se plastid, dceřinné plastidy postaví se na póly jádra, načež teprve se vyvine dělící figura a přehrádka rozdělí buňku ve dvě poloviny, z nichž každá obdrží jádro a k němu přiložený plastid. Také zde lze po celý vývoj rostliny od výtrusu počínaje sledovati plynulost, kontinuitu plastidů, které se množí prostým zaškrcením. Cytoplasma obsahuje sice mitochondrie, ale ty zde nemají k chloroplastům žádného vztahu. Podobně to lze dokázati u některých tajnosnubných cévnatých, jako u vranečků (**Selaginella**). Odstraníme-li chloroplast z některé buňky, nedovede jej z cytoplasmy znova vytvořiti.

Méně přehledné jsou poměry u rostlin, které mají v buňce mnoho chloroplastů, jak to je pravidlem téměř u všech rostlin mechy listnatými počínaje. I zde lze na př. pro listnaté mechy kontinuitu chloroplastů dokázati. Ale u rostlin jevnosnubných mladé, dělící se buňky mají pouze malé, bezbarvé plastidy, které nelze bezpečně od mitochondrií rozeznati, zvláště na fixovaných preparátech. Tu tedy nelze bezpečně provésti důkaz kontinuity plastidů.

Dělení plastidů lze označiti jako přímé, neboť se děje pouhým zaškrcením bez podstatné změny jejich

struktury. V buňkách jednojaderných s jediným plastidem předchází dělení jádra vždy, dělení plastidu často dělení buněčnému, jindy se děje současně s ním. Také zde za normálních poměrů do každé dceřinné buňky se dostane s jádrem plastid, nejbezpečněji tenkráte, když se plastid rozdělí před jádrem a postaví na póly dělící figury, načež se přehrádka založí prostřednictvím fragmoplastu. V buňkách s mnohými plastidy, které jsou obyčejně stejnoměrně v buňce rozloženy, rozdělí přehrádka celý obsah buněčný tak, že se do každé buňky dostane několik plastidů.




Bezjaderné buňky siných řas. *C* příčný řez buňkou s centrálním tělesem. *E* různá stadia ukládání se produktů asimilace v centr. tělesu.

# VIII. Bezjaderné rostliny.

Typické buňky rostlinné i živočišné mají v cytoplasmě jádro a plastidy. Menší část rostlin má buňky bez plastidů a sice všecky houby, ale jádra typická jsou též v nich přítomna. Také živočišné buňky všecky mají jádra, ba někteří živočichové mají v buňkách dvojí jádra, jak to velmi nápadně zříme u nálevníků, kde vedle velkého hlavního je přítomno ještě menší t. zv. vedlejší jádro; hlavní se účastní při vegetativních pochodech v buňce, vedlejší je jakýmsi zásobním (reservním) jádrem pro rozplozování pohlavní.

Jsou-li tedy u tak velikého počtu organismů v buňkách jádra přítomna, lze se tázati, zdali nejsou všeobecně, u všech živých organismů a zdali není vůbec nezbytno k životu rozlišení živé hmoty ve dvě plasmy, v cytoplasmu

a nukleoplasmu. Kdyby tomu tak bylo, nebylo by bezjaderných ústrojenců.

Ještě před nedávnem se mohlo zdáti, že bezjaderných organismů je dosti značné množství. Haeckel označil bezjaderné organismy jako cytody a jednobuněčné nejjednodušší takové bytosti jako monery. Byly by to pouhé vločky cytoplasmy. Ale užitím method fixačních a barvících se poznalo, že i organismy takové, pokud byly zkoumány, mají v cytoplasmě jádro a otázka, zdali existují bezjaderné organismy, může se nyní týkati pouze bakterií a řas siných (**Cyanophycei**). Ale také u některých bakterií nalezena byla v buňkách jádrům obdobná tělíska, třeba ne po všecka jejich vývojová stadia, takže zbývají nyní pouze **Cyanophyceae.**

**Cyanophyceae** jsou buď jednobuněčné, t. j. jejich protoplasma není rozdělena v několik částí, anebo vícebuněčné. Stavba buněk jejich je poměrně jednoduchá: Při periferii buňky je vrstva protoplasmy obsahující chlorofyl a k němu přimísené bílkovinné barvivo modravé (fykocyan). V ní shledáváme bílkovinné krystalky i tělíska jiné hmotné povahy, které lze považovati za produkty výměny látek ve vrstvě té se odehrávající. Poněvadž tato vrstva obsahuje chlorofyl, lze ji srovnati s chloroplastem typických buněk. Uvnitř této hmoty je nepravidelně ohraničené těleso rozmanitého tvaru, zvané centrálním, bezbarevné a obsahující rozmanité množství zásobních látek, zvláště uhlohydrátů (anabaenin), které jsou tu kondensovány ve tvaru tyčinek nebo zrnek. Struktura centrálního tělesa je síťovitá, ale není tu zrn chromatinových, nýbrž celé sítivo stejnoměrně se barví. Toto centrání těleso nelze považovati za jádro, neboť nemá blány ani jadérka. Nejspíše ještě bylo by je možno srovnávati s cytoplasmou, ale od té se liší nepřítomností vakuol.

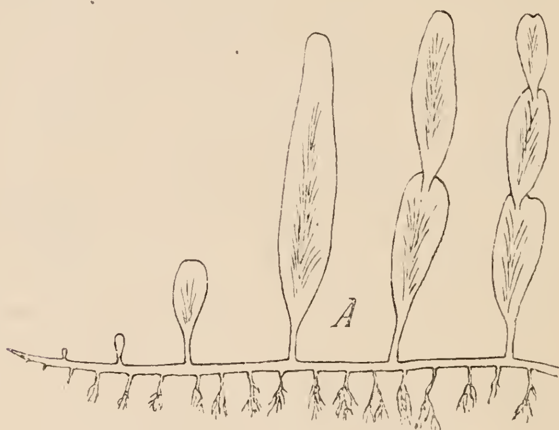
Rozhodně jsou **Cyanophyceae** organismy ode všech ostatních se lišící nedostatkem typického jádra a nedostatkem typických vakuol. Protoplasma jejich je mnohem tužší konsistence než u ostatních organismů, neboť ani největšími dosud užitými odstředivými silami se nepodařilo obsah buněčný zřejmě v buňce přemístiti.

Není tedy nezbytně třeba u všech organismů typického jádra k samostatnému životu. Ve srovnání s typickou buňkou rostlinnou opatřenou chloroplasty, jádrem a vakuolami jeví se **Cyanophyceae jednodušeji stavěnými** a k tomu přistupuje též okolnost, že nedovedou vytvářeti pohyblivých brv a bičíků a že se vůbec pohlavně nerozplozují. Také způsobem pohybu liší se ode všech jiných ústrojenců. Tím se odchylují ode všech ostatních rostlin a ovšem také od živočichů. Ačkoli jeví mnohé vztahy k typickým rost-

linám (tuhé blány, chloroplast), liší se od nich nepřítomností jádra a vůbec stavbou protoplastu tak velice, že bychom je mohli považovati za zcela samostatnou říši živých bytostí odchylnou jak od živočichů, tak od rostlin a jejich buňky za podstatně odchylné od buněk typických.

## IX. Rozlišení buněk v rostlinách mnohobuněčných.

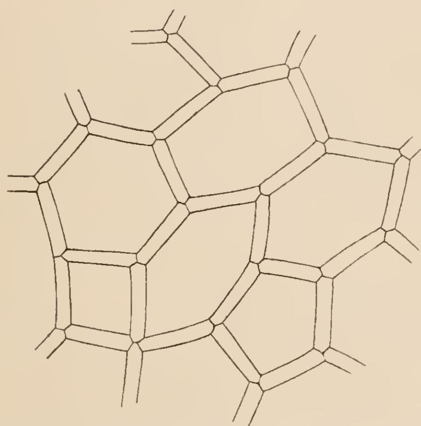
Velikost jednobuněčných rostlin i jejich složitost a fysiologická přizpůsobivost je omezená. Největšího rozměru

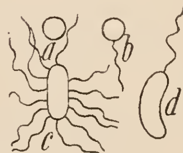



Jednobuněčná mořská řasa Caulerpa prolifera. Buňka rozlišena je v oddenek, z něhož vyrůstají do písku kořínkovité útvary a vzhůru útvary listovité.

dosahuje z jednobuněčných rostlin mořská řasa **Caulerpa,** jejíž délka může býti až 2 dm a výška asi 1 dm. Je to rostlina vodní, v klidné vodě při písčitém dně rostoucí, a nevyžaduje tudíž přílišné mechanické pevnosti. Při každém poranění vyteklo by z rostliny značné množství protoplasmy, která by pro rostlinu byla ztracena. V tom ohledu jsou rostliny mnohobuněčné mnohem výhodněji opatřeny. Při poranění ztratí se nejvýše protoplasma poraněné buňky. Veliké množství blan, oddělujících od sebe protoplasty, dodává rostlině mnohobuněčné značné pevnosti. Rostlina může dosíci mnohem větších rozměrů a může růsti též na suché zemi, vznášejíc část svého těla volně do vzduchu, kde vystavena

je mechanickým účinkům větru a dešťů a v němž musí udržovati proti účinkům tíže své větve v určité poloze. Hlavní však výhodu mají mnohobuněčné rostliny v tom, že mohou určité buňky výhradně na se vzíti určité funkce a přizpůsobiti se k nim, specialisovati se. Má-li buňka všecky funkce vykonávati, nemůže současně ke všem tak výhodně býti zařízena, jako když se omezila na jednu hlavní funkci. Na př. buňky, které mají dodávati rostlinnému tělu pevnosti, musí míti tlusté blány málo tažné, což však je činí nevhodnými k tomu, aby se jimi rychle vodily látky živné s místa na místo, nebo aby změnou objemu umožňovaly pohyb rostlinného orgánu, jehož jsou součástí, nebo aby přijímaly živné






Část stélky zelené řasy Hydrodictyon (vodní síť). Buňky jsou všecky stejné a tvoří kolonii. Některé typy bakterií s brvami, a kokus bez brv.

látky ze zevnějšku atd. Přizpůsobí-li se však buňka určité hlavní (převládající) funkci, musí přijmouti určité vlastnosti, týkající se její velikosti, tvaru, struktury, chemické skladby protoplasmy, fysikálních i chemických vlastností a skulptury blány atd. Z toho vyplývá, že se buňky přizpůsobené (specialisované) k různým funkcím, budou v některých ze jmenovaných vlastností od sebe lišiti, rozrůzní, rozliší (diferencují) se. Specialisace buněk souvisí tedy s diferenciací jich. Buňky specialisované k určitým životním úkonům ztrácejí schopnost k úkonům jiným anebo se v nich schopnost ta seslabuje. Pozbývají schopnosti samostatně žíti a stávají se závislými na celku, v němž jednotlivé části se rozdělily o úkony nezbytné ke zdaru celku. Trvalá existence tako-

vého celku je možna toliko při vzájemné **součinnosti** specialisovaných částí. Tato vzájemnost je podmíněna jakousi jednotností, soustředěností životních výkonů různých orgánů, **integrací** jejich. Jednotnost a vzájemnou závislost orgánů v živém jedinci lze pokusně dokázati, neboť změna jedné části jeho může míti za následek změnu jiných, přímo nezasažených částí, a pochody, které vedou k odstranění oné původní změny a je-li spojena s poškozením celku, k jeho nápravě. Na př. přeřízneme-li vodivé pletivo (svazek cévní) v listu nebo lodyze, vytvoří se oklikou kolem místa poranění nové pletivo vodivé, aby bylo přerušení proudu živných látek odstraněno. Buňky již v určitém směru specialisované mohou dle potřeby změniti svou funkci a převzíti úkony jiné, při čemž se ovšem také tvarové vlastnosti jejich změní.

U jednobuněčných ústrojenců jediná buňka všecky funkce životní musí vykonávati a je tudíž schopna zcela samostatného života. Specialisovaná buňka mnohobuněčného organismu nemá této samostatnosti, jsouc ústrojem celku, a většinou nemá ani schopnosti úplně samostatně žíti a životní funkce všecky vykonávati. Avšak jsou mnohobuněčné organismy nižšího stupně, u nichž není ještě diferenciace buněk, kde všecky buňky jsou stejné tvarově, svými výkony i schopnostmi, jak to u mnohých jednoduchých řas a hub nalézáme. Někteří váleči (**Gonium, Eudorina, Pandorina**) skládají se z několika zcela stejných buněk, které odděleny od mnohobuněčného celku, zcela samostatně mohou žíti. Také vlákna některých řas (**Spirogyra, Zygnema, Oedogonium**) jsou složena z buněk stejných tvarově i fysiologicky (nehledě ke spodní buňce, kterou mohou býti přirostly k pevnému podkladu). Rozpadnou-li se vlákna v jednotlivé buňky, což se u některých řas (**Mesocarpus, Spirogyra**) snadno již slabým tlakem přivodí, může každá buňka samostatně dále žíti, živiti i množiti se. Tyto rostliny jsou vlastně jenom neprávě zvány mnohobuněčnými. Od takovýchto souborů stejných a stejnocenných buněk jsou všecky přechody k mnohobuněčným rostlinám, v nichž jednotlivé buňky anebo celé soubory buněčné se specialisovaly k určitým výkonům, ztrativše při tom část samostatnosti svých výkonů i část svých schopností. Mohou-li býti soubory stejnocenných buněk označeny jako **kolonie** buněk, mohl by soubor specialisovaných buněk býti nazván **státem** se značným rozlišením a s velkou vzájemnou závislostí svých součástí. Také v živočišné říši jsou případy, kdy ve vyššího jedince jsou seskupeny stejnocenné buňky, tvoříce tak kolonie, jako u kořenonožců (**Microgromia socialis**), bičíkovců a nálevníků (Epistylis). Ale všecka

tak zv. Metazoa, opravdu mnohobuněční živočichové, jsou státem buněk, v němž se jednotlivé buňky nebo celé soubory specialisují a mají jenom omezenou samostatnost ve svých výkonech.

Jestliže však mnohobuněčný organismus je jednotným celkem, v němž se výkony jednotlivých jeho součástí harmonicky doplňují, naskýtá se otázka, jak je tato jednotnost umožněna? Musí přece býti dána ve mnohobuněčném organismu možnost, aby jedna součást (buňka) na druhou působila. Toto působení mohlo by býti chemické, že by z jedné buňky do druhé prolínaly určité látky, nebo fysikální, že by se z jedné buňky do druhé šířily určité fysikální děje a stavy (chvění, elektrické zjevy). Vskutku bylo s těmito možnostmi počítáno, dokud byly buňky považovány za součásti, jejichž živé hmoty (protoplasmy) zcela od sebe jsou odděleny, na př. u rostlin solidními blanami buněčnými. Ale ukázalo se, že ve skutečnosti mnohobuněčné organismy, vyjímaje některé kolonie (**Spirogyra**), nejsou tvořeny protoplasty zcela oddělenými, nýbrž že jednotlivé buňky jsou spolu spojeny vlákénky cytoplasmatickými, jež u rostlin skrze blány probíhají (plasmodesmy). Také u živočichů v některých pletivech obdobná zařízení (epithely, chrupavka) byla dokázána.

Velice nápadna jsou tato plasmatická spojení u váleče (**Volvox**), kde všecky sousední buňky jsou spolu spojeny několika plasmatickými nitkami. Méně zřejmy jsou plasmodesmy u rostlin tuhými blanami oddělenými, neboť jsou velmi teninké a leží na hranici viditelnosti, mimo to se skládají z hyalinní cytoplasmy, a lámou světlo asi stejně jako blána. Teprve po umělém zbubření blány a vhodném zbarvení cytoplasmy stávají se plasmodesmy zřetelnými. Byly nalezeny již u vláknitých bakterií, **Cyanophycei,** většiny mnohobuněčných řas a hub a u všech ostatních rostlin. Všecky buňky spolu sousedící jsou u nich ve všech orgánech proniknuty plasmodesmy, u hub je jejich počet menší, u dokonalejších rostlin mechy počínaje je jich v každé bláně veliké množství. Zvláště hojně jsou nahromaděny v přepážkách, mezi tečkami a dvojtečkami, ač v neztenčených blanách tlustostěnných buněk ojediněle probíhají. Objeveny byly Tanglem v zásobním pletivu (v endospermu) semen **Strychnos nux vomica** a jsou zvláště dobře dokazatelny v pletivech s tlustými blanami.

Protoplasma pravých mnohobuněčných rostlin tvoří tedy vlastně spojitý celek, hranice živé hmoty nespadají u nich v jedno s hranicí buňky, nýbrž s hranicí celého jedince. Plasmodesmy šíří se bezpochyby různá po-

dráždění a jiné životní zjevy z buňky do buňky, snad také při vnikání enzymu do blan a při postupu jich z buňky do buňky mají důležitý význam. Chápeme, proč přes zdánlivé rozdělení živé hmoty v četné buňky (protoplasty) rostlina mnohobuněčná přece je jednotným celkem.

S o u b o r y b u n ě k, jež se vyznačují stejnými vlastnostmi tvarovými, označujeme jako p l e t i v o čili t k á ň. Tělo mnohobuněčných rostlin skládá se buď z jednoho pletiva anebo z většího počtu pletiv. Rozlišení a specialisace buněk má za následek, že se tělo rostliny skládá z různých pletiv, z nichž každému určitý úkon fysiologický přísluší. Proto se vyznačuje každé pletivo nejen tvarovými znaky, nýbrž také určitými fysiologickými vlastnostmi.

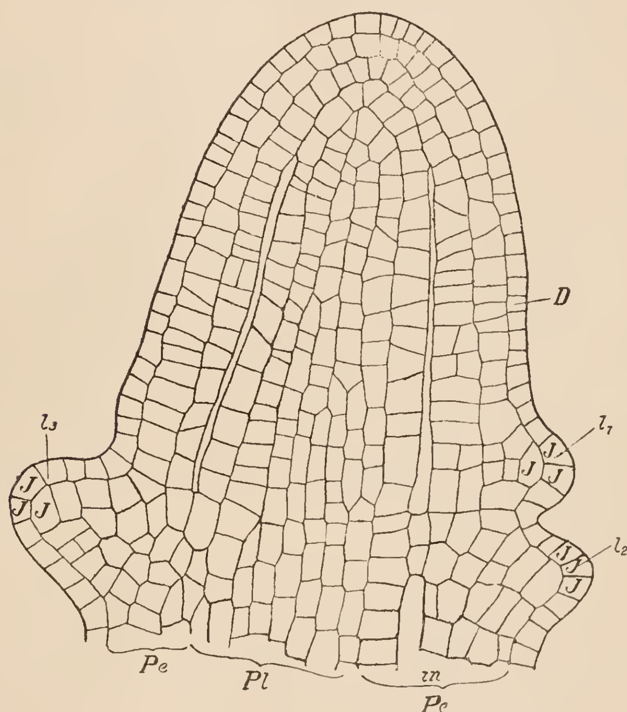
Můžeme však též vývojově charakterisovati pletiva. S tohoto hlediska lze rozeznávati p l e t i v a p r a v á a n e p r a v á. Pravá pletiva se skládají z buněk, které již od svého vzniku ve spojení setrvávají. Vznikají přehrádečným dělením a tím, že se dceřinné buňky od sebe neoddělují. Nepravá pletiva vznikají tím, že buňky původně samostatné druhotně se k sobě přikládají a srůstají ve mnohobuněčný útvar.

Převážná většina mnohobuněčných rostlin je tvořena pletivy pravými. N e p r a v á p l e t i v a nalézáme především u některých řas (**Pediastrum, Hydrodictyon**). U rodu **Hydrodictyon** (vodní síť rozdělí se obsah mateřské buňky zaškrcováním ve veliké množství buněk, které jsou opatřeny dvěma bičíky a uvnitř blány mateřské buňky zprvu třaslavě se pohybují. Po nějaké době se však brvy zatáhnou, buňky se protáhnou a svými konci vždy tři buňky k sobě přiloží, vyloučí na povrchu blánu buněčnou a srostou ve pletivo téže povahy, k jakému náležela mateřská buňka, jejíž blána se potom rozruší a nová vodní síť volně dále žije. Zdá se však, že v takovýchto případech zdánlivě volně pohyblivé buňky byly již před svým srůstem spojeny jemnými vlákénky cytoplasmatickými, takže byly symplastem již před srůstem.

Mnohem rozšířenější jsou případy s r ů s t u v l á k e n m n o h o b u n ě č n ý c h u h u b. Vlákna sama jsou řady buněk vzniklých přehrádečným dělením a jsou tedy pletivem pravým. Mají-li vzniknouti masivnější tělesa (tlustá vlákna podhoubí a plodnice), přikládají se vlákna k sobě a srůstají. Plodnice hub je tedy jednak pletivem pravým, tím jsou jednotlivá vlákna a pletivem nepravým, tím je celý soubor druhotně srostlých vláken.

Velice důležito je, že i mezi buňkami druhotně spolu srostlými mohou býti vyvinuty p l a s m o d e s m y, jak to všeobecně u hub shledáváme. Z toho musíme usuzovati, že plasmodesmy mohou vznikati druhotně mezi buňkami,

jejichž plasmy původně byly blanou solidní zcela odděleny. Bezpochyby rozpouští se blána na určitém místě a cytoplasma vniká do kanálku takto vzniklého, až se spojí s cytoplasmou buňky sousední. Není vyloučeno, že vznikají plasmodesmy hned, když se zakládá přehrádka uvnitř buňky, ale pro mnohé z nich třeba se domnívati, že vznikají druhotně. I nepravé pletivo může tudíž býti sym-




Podélný řez vrcholem lodyhy prustky (Hippuris) se zakládajícími se listy $l_1$—$l_3$, *D* dermatogen, t. j. pletivo meristematické z něhož vznikne pokožka, *Pe* periblem, ze kterého se vyvine kůra, *Pl* plerom, z něhož se vytvoří centrální cylindr svazků cévních.

plastem a kdekoli rostlina potřebuje přímého spojení živé hmoty sousedních buněk, dovede toho dosíci.

Jiné dělítko pletiv bylo by podle vývojového jejich stavu. Čím dokonalejší totiž rostlina, tím více rozdílny jsou od sebe buňky, které ještě na se n e v z a l y n ě j a k ý s p e c i á l n í ú k o l f y s i o l o g i c k ý, které ještě nejsou definitivně a trvale rozlišeny a buňky trvale rozlišené, specialisované. První buňky mají ještě schopnost se děliti, obsahují hojně cytoplasmy s malými, četnými vakuolkami a poměrně velká jádra. Plastidy jsou v nich

obyčejně přítomny jako leukoplasty, jejich blány jsou tenké a celulosní, mimo houby. Zásobních látek obsahují málo.

Mohli bychom označiti tyto buňky a pletiva z nich složená jako embryonální, poněvadž se mladé rostliny (embrya) v prvních stadiích vývojových skládají výhradně z nich. Tím bychom kladli důraz na to, že na se nevzaly dosud žádného speciálního úkonu a nepřizpůsobily se k němu. Nazvány však byly též pletivy dělivými (meristematickými), čímž je vyznačeno, že mají ještě schopnost děliti se.

Tuto schopnost ztrácejí současně jak se specialisují a dle úkolu, jejž na se vzaly, diferencují. Přecházejí do stavu trvalého a pletiva z buněk specialisovaných složená zoveme trvalými. Kdežto jediným úkolem meristematických pletiv je produkovati nové buňky, jsou úkolem trvalých pletiv všecky ostatní úkony životní.

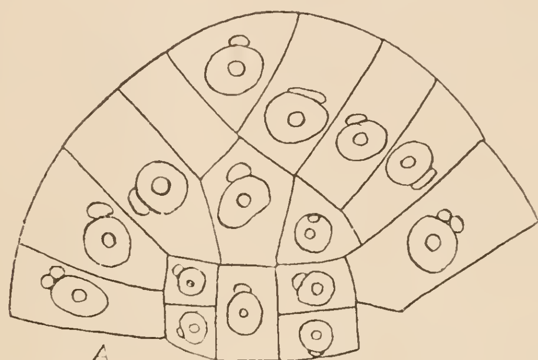
U jednodušších rostlin (**Spirogyra, Ulothrix, Oedogonium**) není zvláštních buněk meristematických a trvalých. Ale již u některých vláknitých řas a mnohobuněčných řas rozlišují se od sebe buňky dělící se a trvalé. Meristematické buňky zaujímají zpravidla vrchol vláken a větévek. Ještě u rostlin značně složitějších, jakými jsou mnohé řasy ruduchovité, chaluhy, mechy a mnohé rostliny tajnosnubné cévnaté, mají na svých vrcholech jedinou buňku trvale anebo po dobu vývoje orgánu dělivou (buňka terminální). Na její místo nastupuje u některých tajnosnubných cévnatých a u všech jevnosnubných celá skupina dělivých buněk.

Všecky dokonalejší rostliny mají po celý život svůj vedle částí trvale rozlišených ještě části meristematické, embryonální. Tím je umožněno rostlině, aby po celý život vytvářela nové buňky a nové ústroje zakládala. U typických živočichů nejvýše pletiva rozplozovací zachovávají celý život svůj embryonální a spolu meristematický charakter. Jinak jenom dle potřeby se mohou i buňky již specialisované děliti, což se také u rostlin děje.

Rozlišení pletiv a specialisace jejich spojeny jsou z největší části s dělením buněk. Ale jsou také možny opačné pochody, které vedou k splývání protoplastů a k částečnému, ba i úplnému zrušení hranic mezi sousedními buňkami. Do jisté míry snižuje se samostatnost buněk již vznikem plasmodesmů, ještě více děje se tak vznikem tak velikých otvorů mezi sousedními buňkami, že i polioplasmy splývají. To se děje u rostlin cévnatých v t. zv. sítkovicích, v jejichž přehrádkách se zvětšují kanálky, jimiž pronikají plasmodesmy tak, že i polioplasma z jedné buňky může proniknouti do druhé,

zvláště však u rostlin krytosemenných, kde se rozrušují v přehrádkách sítkovic přepážky teček.

Ještě úplněji splývají buňky při vývoji t. zv. článkovaných mléčnic (mléčných cév), jaké nalézáme u rostlin banánovitých, mákovitých, čekankovitých, morušovitých atd. Buňky původně přehrádkami od sebe oddělené splývají druhotně tak, že se v přehrádkách vytvoří veliké otvory (**Chelidonium**) anebo že se přehrádky úplně











*A* lodyžní vrchol vranečku Selaginella Martensii. Vrchol je zakončen vrcholovou buňkou. Každá buňka má při jádru plastid. *B* dělení plastidu, jádra a buňky.

rozruší (**Cichoriaceae**) a protoplasty spolu splynou. Jádra původních buněk však zůstávají zachována.

V úplně souvislou hmotu plasmatickou splývají buňky zvané tapetovými, které obklopují výtrusy nebo pyl některých rostlin cévnatých. Takovéto útvary vzniklé splynutím buněk původně samostatných označeny jako synсytia. Dokazují, že rostlina, potřebuje-li toho, zruší původní samostatnost buněk a vytvoří útvar jaksi bezbuněčný. Buňka je jí pouze prostředkem k dosažení určitých fysiologických cílů, nikoli však účelem. Že tomu tak je,

dokazuje okolnost, že téhož cíle dosahuje rostlina různou cestou. U většiny rostlin pryšcovitých probíhají v dospělém těle mnohonásobně rozvětvené mnohojaderné buňky obsahující mléčnou šťávu. Vznikají tím, že určité buňky původně jednojaderné vyrůstají ve dlouhé láčky, jádro jejich opětovaným dělením se zmnoží, ale přehrádky se netvoří. Ale u menšiny pryšcovitých rostlin (**Hevea**) vznikají mléčné roury zcela téhož významu splynutím řad buněčných, mezi nimiž se rozruší přehrádky.

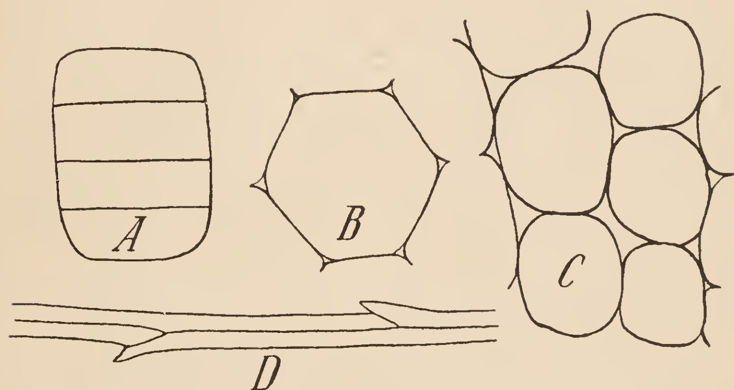
Největší význam má splývání buněk v souvislosti s pohlavním rozplozováním. Splývají spolu buďto dvě buňky jednojaderné anebo vícejaderné a po splynutí cytoplasmy jejich dříve nebo později splynou také dvě a dvě jádra. Při vegetativním splývání svrchu popsaném obyčejně jádra spolu nesplývají. Ale ve mnohých tapetálních buňkách dělí se jádra, aniž se rozděluje buňka a v endospermech často se nevytvoří při mnohočetném vytváření přehrádek stěny mezi všemi jádry, takže se do jedné buňky dostane několik jader. Tato jádra potom splývají, takže je pak buňka opět jednojadernou. Je to případ regulace, neboť pro cévnaté rostliny je jednojadernost stavem normálním. Také splývání jader ve splynulých buňkách pohlavních lze považovati za regulační pochod, aby bylo dosaženo jednojadernosti.

## X. Pletiva a mezibuněčné prostory.

Pletiva lišící se svou funkcí skládají se z buněk, které se již tvarovými svými vlastnostmi od sebe mohou lišiti. Vlastnosti ty týkají se tvaru a uspořádání buněk, dále způsobu ztloustnutí jejich blan. Dle tvaru lze rozeznávati čtyři hlavní druhy buněk. 1. Parenchymatické, jež jsou ve všech směrech prostoru přibližně stejných rozměrů anebo v jednom směru jen málo protáhlé. 2. Prosenchymatické buňky jsou silně v jednom směru protáhlé a na svém konci zaostřené tím, že přehrádky konečné stojí k podélné ose šikmo. 3. Vláknité buňky jsou také značně v jednom směru protáhlé, mají však příčné přehrádky kolmo na podélnou osu postaveny. Příkladem vláknitých buněk jsou hyfy hub, což jsou tenká dlouhá vlákna tenkostěnná, příčnými přehrádkami v buňky rozdělená, nezřídka rozvětvená, s konečnou buňkou rostoucí a spolu meristematickou. 4. Destičkovité buňky jsou v jednom směru značně zkráceny, takže mají tvar destiček nebo dlaždiček.

Buňky některého z těchto tvaru, ve větším počtu sdružené, tvoří pletiva, která můžeme označiti týmže názvem jako buňky, tedy pletivy parenchymatickými, prosenchymatickými, vláknitými a destičkovitými.

Fysiologický význam buněk určován je však nejen tvarem buněk, nýbrž také způsobem ztloustnutí jejich blan. Parenchym složený z buněk poměrně tenkoblanných označujeme jako parenchym vlastní. Jemu přísluší hlavní význam v pletivech výměnu látek obstarávajících, neboť se v něm odehrává zpracování živin ze zevnějšku přijatých, v něm se výsledky výměny a asimilace látek ukládají. Parenchymatické povahy jsou též většinou ple-




Různé tvary buněk. *A* deskovité buňky ze dřeně zimního pupenu smrku, *B* příčný řez týmiž buňkami, *C* parenchym z kůry kořenu olšového s mezibunečnými prostorami, *D* prosenchymatické buňky ze chmýru starčku.

tiva meristematická. Jsou také buňky parenchymatického tvaru, ale se stěnami velice ztlustlými a sice stejnoměrně kol dokola. Ve stěnách mohou probíhati tečky, které nezřídka mají tvar kanálků, jež se mohou i rozvětvovati. Tyto kamenné bunice dodávají rostlině pevnosti, nezřídka jsou vyvinuty při povrchu rostliny anebo vtroušeny v tenkoblanný parenchyn.

Prosenchymatické buňky jsou poměrně vzácně tenkoblanné, obyčejně jsou blány jejich silně ztlustlé a sice, nehledě k tečkám a dvojtečkám, kolkolem stejnoměrně. Ztlustlé takové buňky skládají pletivo zvané prosenchymem v užším slova smyslu. Prosenchym má význam jednak jako pletivo dodávající mechanické pevnosti rostlinnému tělu, jednak se buňkami prosenchymatickými mohou voditi látky ve vodě rozpuštěné na větší

vzdálenosti. Vláknité buňky mohou míti stěny tenké nebo stejnoměrně ztlustlé a rozvádějí se jimi většinou živiny na větší vzdálenosti.

Všecky buňky, ať jakéhokoli tvaru, mají-li blánu stejnoměrně ztlustlou, pokud mají význam pro ztužení rostlinného těla, shrnouti můžeme pod pojem sklerenchymu, každou jednotlivou označíme jako sklereidu. Od nich liší se buňky kolenchymatické tím, že blány jejich jsou ztlustlé pouze v rozích, kde se větší počt blan stýká, ostatní plochy stěn jsou v kolenchymatickém pletivu tenké. Tvary buněk těch mohou býti rozmanité. Také kolenchymatické pletivo má význam mechanický, ale při tom velké plochy neztlustlých blan umožňují vydatné prostupování látek difusí mezi sousedními buňkami. Mimo to mají kolenchymy blány čistě uhlohydrátové, po výtce celulosní, jsou tedy tažné, elastické a vzrůstu schopné, takže umožňují orgánu, v němž se nalézají, vzrůst do délky, proto je nalézáme většinou v orgánech mladých a ještě nevyrostlých. Sklerenchymy mají naopak stěny více nebo méně zdřevnatělé, neschopné vydatnějšího vzrůstu do délky, proto je shledáváme většinou v orgánech, které již do délky nerostou.

Tím však nejsou způsoby ztloustnutí blan vyčerpány. Jmenovitě třeba uvésti velmi rozšířený způsob, kde má buňka blánu pouze na jedné straně ztlustlou, jak jmenovitě v oplodích a osemeních v nejzevnějších vrstvách buněčných nápadně to je vyvinuto, méně význačně ve velice mnohých pokožkách listů a lodyh vůbec. Jsou to vrstvy ochranné. Dále buňky různého tvaru s blanami opatřenými lištnami, t. j. lištnovitě ztlustlými místy.

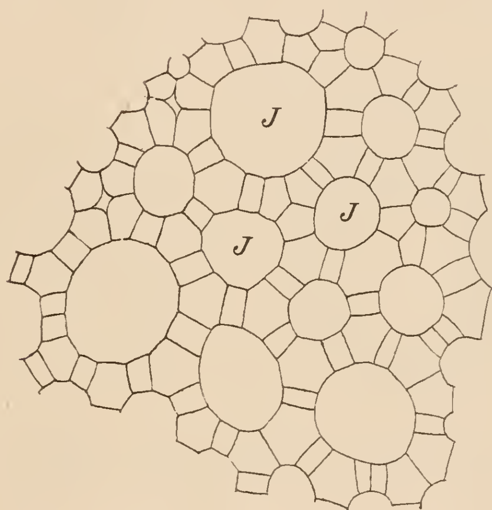
V pletivu složeném z buněk přibližně stejných vlastností tvarových mohou býti vtroušeny jednotlivé buňky odchylných vlastností, idioblasty. V parenchymy nezřídka jsou vloženy ojedinělé buňky tlustostěnné (sklereidy) rozmanitého, nezřídka rozvětveného tvaru (astrosklereidy). Mezi idioblasty můžeme také počítati ojedinělé buňky se zvláštním obsahem, na př. s množstvím tříslovin, s étherickým olejem (v oddenku puškvorce), s krystaly šťovanu vápenatého a mléčnou šťávou. Existence těchto ojedinělých buněk dokazuje, že si buňky přes spojení prostřednictvím plasmodesmů se sousedními buňkami mohou do značné míry zachovati samostatnost. Neboť kdyby toho nebylo, nemohly by zcela ojedinělé buňky svůj způsob tloustnutí, nebo svůj způsob výměny látek, vylučování a nahromaďování určitých sloučenin jeviti.

Buňky svými blanami a svým obsahem nemusí ve mnohobuněčné, vícevrstevné rostlině veškeren prostor za-

ujímati. Mohou totiž mezi jednotlivými buňkami býti mezery, které nepatří k buňkám. Mezery ty (prostory mezibuněčné, intercelulláry) vyplněny jsou plyny, vodou nebo vyloučeninami (sekrety) z obsahu buněčného (sekreční nádržky nebo kanály).

Mezibuněčné prostory vznikají dvojím způsobem. Buď rozpoltěním blány buněčné ve střední její vrstvičce (prostory schizogenní), anebo roztrháním a rozpuštěním celých buněk (prostory lysigenní).

Pletiva meristematická nezřídka prostor mezibuněčný zcela postrádají anebo jsou tu přítomny intercelulláry velmi nepatrných rozměrů. Záhy však se počínají buňky



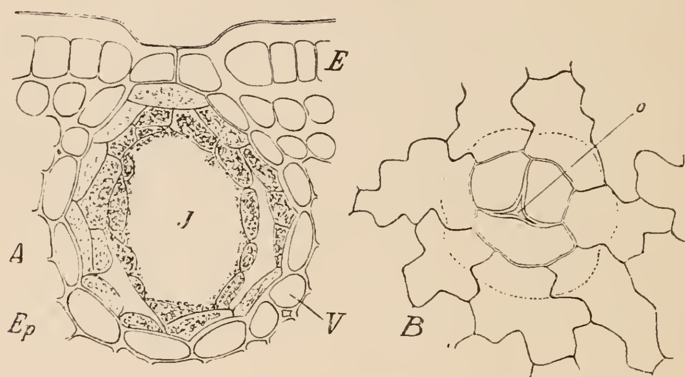

Kůra na příčném řezu kořenu puškvorce. *J* veliké mezibuněčné prostory.

vzrůstem a vnitřním napětím zakulacovati a blány v rozích, kde se větší počet blan stýká, se rozštěpují a rozestupují. Dalším zakulacováním a vzrůstem buněk, někdy též vzrůstem blan omezeným právě na plochy ohraničující intercelulláry, prostory mezibuněčné se zvětšují. Při tom mohou buňky růsti nepravidelně a nabývati tvarů rozvětvených a hvězdovitých, jen aby se intercelulláry zvětšily. Od skulinovitých intercellulár k velkým prostorám nalézáme všecky přechody. Zvláště veliké prostory mezibuněčné (plyny vyplněné) vznikají v těle vodních a bažinných rostlin tím, že se buňky omezující je hojně dělí.

Prostory mezibuněčné vyplněné vzduchem tvoří složitý souvislý systém kanálů a prostor, který

umožňuje pohyb plynů uvnitř rostlinného těla. Ústí na listech a lodyhách skulinami v t. zv. průduších na venek, čímž umožněna je komunikace ovzduší s plyny uvnitř rostlinného těla a umožněna též rychlá výměna těchto plynů. Ve všech mnohobuněčných a mnohovrstevných rostlinách, některé řasy vyjímaje, jsou v každém téměř dospělém pletivu vyvinuty mezibuněčné prostory plyny vyplněné, jež tvoří rozsáhlé, někdy v celém těle rostlinném souvislé soustavy. Tyto intercelulár̈y jsou fysiologicky velice důležity pro výměnu plynů, která u rostlin souvisí i s asimilací i s disimilací.

U vzplývajících rostlin zmenšují plynem naplněné intercelulár̈y jejich specifickou váhu a umožňují jim plování. V celku však je hlavním jejich významem, že z bu-




*A* řez žlázou v listu routy vonné s mezibuněčnou lysigenní dutinou *J*, do které se ukládá sekret, *B* pokožka nad žlázou s trhlinou mezibuněčnou, kudy sekret vystupuje.

něk intercelulár̈y ohraničujících d i f u n d u j í d o n i c h p l y n y a vypařuje se voda, naopak zase z intercelulár difundují plyny snadno dovnitř buněk. U rostlin vodních, kde není nebezpečí škodlivé ztráty vody vypařováním, jsou intercelulár̈y objemné, u rostlin na suchých stanoviskách rostoucích nepatrné. Do oddenků a kořenů rostoucích v bahně, kde není kyslíku, vedou veliké mezibuněčné kanály, jimiž je buňkám z hořeních částí vzduch a s ním ovšem kyslík potřebný k dýchání přiváděn.

Do některých intercelulár schizogenních vylučují rostliny s l i z, é t h e r i c k é o l e j e, p r y s k y ř i c e atd. Jsou to buď roztroušené malé nádržky (žlázy v listu třezalky, myrty atd.), anebo dlouhé jednoduché nebo rozvětvené kanály (pryskyřičné kanály rostlin jehličnatých, kanály s étherickými oleji u rostlin okoličnatých, složno-

květých atd.). Buňky ohraničující kanál sekreční (t. zv. epithel), jsou obyčejně tenkoblanné a vylučují do kanálu sekrety.

Lysigenní sekreční nádržky (žlázy) a kanály vznikají tak, že se uvnitř některých buněk počnou nahromaďovati sekrety, pak se počnou rozpouštěti blány buněk a živý jich obsah se rozruší. Vznikne tak prostora vyplněná sekretem, jímž opět mohou býti různé látky. Takovými sekrečními intercelulárami vzniklými rozrušením buněk jsou žlázy v listech routy, citroníku a jeho příbuzných druhů, dále nádržky klovatinu chovající, jež normálně nebo chorobně vznikají u Acacií, mandloňovitých a jiných rostlin. Nezřídka mají vnitřní žlázy zařízení, aby mezibuněčnými skulinami jejich obsah snadno vynikl ven.

Sekreční nádržky, ať schizogení, ať lysigení, mají rozmanitý význam pro rostlinu. Buď ji chrání svým obsahem proti býložravým živočichům, nebo pokrývají po poranění ránu a chrání ji před cizopasnými houbami a rozkladem, anebo se v nich ukládají produkty výměny látek pro rostlinu již neužitečné.

Mezibuněčné prostory mohou podstatně působiti na vzhled pletiv. Parenchym, jehož buňky se téměř zakulatí (merenchym), má mezi sebou hojně intercelulár a je velmi hojně rozšířen ve výplňovém pletivu, u vodních rostlin vyvinuje se nezřídka pletivo (aërenchym), kde mezibuněční dutiny zaujímají větší prostor než buňky samy. I ve sklerenchymu a v kolenchymu se mohou mezibuněčné prostory vyvinouti.

Také mezi živočišnými buňkami vznikají často intercelulary. Již v embryonálním vývoji vznikají v nich dutiny mezi blastomerami a vedle dutin vchlípením pletiv vznikajících jsou to hlavně schizogenní dutiny, kterými vznikají různé mezibuněčné prostory a kanály v jejich těle. Kdežto však u rostlin hlavní význam mají intercelulary schizogenní plyny vyplněné a plynovodné, vznikají plynovodné dutiny a chodby u živočichů podstatně jinak a sice vchlipováním vrstev buněčných.

## XI. Fysiologický význam pletiv.

S tvarem buněk a vlastnostmi jejich blan i s velikostí a obsahem intercelulár souvisí též fysiologický význam různých pletiv pro rostlinu. S tohoto hlediska lze pletiva i struktury těla rostlinného rozděliti dle fysiologických jejich úkonů. Prospěšnost jednotlivých struktur tím zřej-

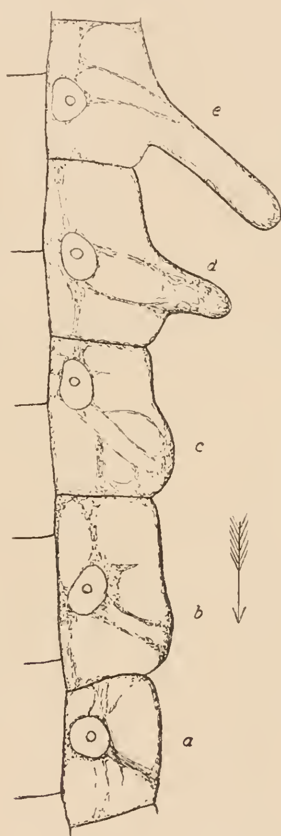
mě vysvitne a spolu že jsou ve prospěch potřeb života rostlinného. Nejen zevní tvar těla rostlinného, nýbrž i vnitřní jejich stavba jsou prospěšné udržení života.

Prospěšným jest již rozlišení pletiva meristematického od trvalého, neboť typická rostlina zelená a suchozemská musí postupně vytvořovati nové orgány a přirůstati, vedle toho však současně přijímati potravu, asimilovati a disimilovati, reagovati na zevní podněty a vůbec všecky výkony dospělého organismu prováděti. Poněvadž všecky ty úkony stěží by mohla vykonávati nerozlišená buňka meristematická, je rozlišení v pletiva dělivá a trvalá a místní jejich oddělení velmi vhodné.

V trvalých pletivech možno rozeznávati pletiva a struktury ochranné, vyživovací, recepční a reakční, hygroskopická, rozšiřovací a konečně rozplózovací. K ochranným pletivům počítati třeba zevní vrstvu buněčnou, pokožku a pletivo korkové. Chrání vnitřní pletiva před nepříznivými vlivy, současně však nezřídka výhodných vlastností prostředí pro rostliny využívají. S ochrannou funkcí pokožky souvisí značné ztloustnutí její zevní blány, zvláště u rostlin suchozemských, a přítomnost kutikuly na jejím povrchu. Dále také mechanická pletiva možno sem čítati. Všecky buňky, pokud chovají osmoticky působivé látky a přijímáním vody napínají své blány, přispívají k pevnosti, tuhosti rostlinného těla. Mimo to však má speciální buňky se ztlustlými blanami, jichž úkolem je vyztužovati tělo rostlinné. Jsou to sklerenchymy a kolenchymy, dle stanoviska a mechanické potřeby různě mohutně vyvinuté a velmi účelně rozložené dle toho, zdali orgán má býti pevný proti tlaku podélnému, nebo postrannímu anebo proti tlaku a ohybu.

K pletivům vyživovacím náleží především pletiva a struktury absorpční. Je to pokožka kořenová, nezřídka i pokožka podzemních os, kořenové vlásky, rhizoidy rostlin bezcévných, žlázy vodu a roztoky ústrojných látek u rostlin hmyzožravých na listech absorbující, na př. u **Bromeliaceí,** a ssavé výběžky (haustorie) cizopasných rostlin, dále zařízení, pomocí nichž ssají embrya zásobní látky z bílku. Dále pletiva asimilační hojně chloroplastů obsahující, jakým je palisádový parenchym v listech a vůbec parenchym hojně chloroplasty opatřený. Za třetí pletiva vodivá, jejichž úkolem je rozváděti po těle rostlinném živiny na větší vzdálenosti, jejichž nejdůležitějším typem jsou svazky cévní s částěmi dřevní a lýkovou, dále různé parenchymy kolem nich a ve dřevu, konečně snad do jisté míry i mléčné buňky a cévy. Také u bezcévných rostlin mohou býti vyvinuta vodivá pletiva ve tvaru provazců složených z buněk prosenchymatických a vlákni-

tých. Z á s o b n í pletiva nahromaďují v sobě vodu nebo rozmanité produkty asimilační činnosti. Sem patří parenchymy hojně živin nahromaďující ve hlízách, cibulích, ztlustlých oddencích a kořenech, v endospermu semen, v dělohách a ve dřevním parenchymu. P l y n o v o d n á zařízení jsou přítomna u většiny rostlin masivnějších ve




Podélný řez pokožkou kořenu hořčice bílé, *a—e* postup vyrůstání kořenového vlásku.

způsobu mezibuněčných prostor plyn obsahujících, jež vyúsťují do zevního ovzduší průduchy, lenticelami a jinými skulinami. S výměnou látek souvisí také sekreční a exkreční (vylučovací) pletiva a nádržky vyloučených látek uvnitř těla, buňky krystalové, sliz obsahující atd., ale také trichomy a pokožky vylučující rozmanité látky na venek, jako vodu, sladké šťávy, sliz, pryskyřice a étherické oleje, zažívací enzymy atd.

Recepční pletiva a struktury umožňují bezpečné a snadné čití zevních podnětů, jsou jimi t. zv. hmatavé trichomy, tečky a hrbolky, statolitová zařízení k čití směru tíže, fotorecepční čočky k čití světla. Reakční pletiva rozvádějí podráždění od míst podnětu (jako v tříslovinných vacích u citlivky, ve vláknité cytoplasmě, v plasmodesmech) anebo provádějí reakce pohybové (brvy a bičíky, hybná kolínka u trav a listů rostlin luštinatých a jiných). Hygroskopická pletiva a struktury umožňují pohyby následkem střídání se vlhka a sucha a jeví se v rozmanitém způsobu ztloustnutí a molekulární struktury blan, na př. ve výtrusnicích, v prašníkách, v plodech a na semenech i na celých rostlinách, jako u choulivky. Rozšiřovací pletiva a struktury jsou ve službách rozšiřování rostlin větrem, vodou a zvířaty, případně i vlastními pohyby. U plodů, semen i celých rostlin ve velké rozmanitosti je nalézáme. Rozplozovací pletiva vytvářejí zárodky nepohlavní a pohlavní.

Rozlišení vpletiva a struktury je u rostlin v celku jednodušší než u živočichů. Rostlinám scházejí složitá čidla, nervová soustava, svalstvo, cévní soustava a vše, co souvisí s výživou, jest u živočichů mnohokráte složitější. Ale jako se u živočichů různé tkáně sestupují ve složité soustavy pletiv, z nichž každé přísluší určitý důležitý fysiologický úkol, tak se také u rostlin jednoduchá pletiva seskupují ve vyšší fysiologické celky. Jako se na stavbě soustavy zažívacího ústrojí u živočichů účastní absorpční epithely, žlázy, svalstvo, nervy a pojivo, tak se také typické vodivé pletivo rostlinného těla, svazek cévní, skládá z buněk parenchymatických, vláknitých i sklerenchymatických, kteréž všecky dohromady činí celek, jímž dosaženo je fysiologického účelu voditi odděleně vodu a rozpuštěné v ní látky nerostné a vodné roztoky látek ústrojných. V těle živočišném lze rozeznávati řadu takových systémů tkání, u rostlin však jen tři vyšší fysiologické soustavy pletiv možno stanoviti. Je to především soustava pletiv pokožních, za druhé svazky cévní a za třetí pletiva základní, která vyplňují prostory mezi svazky cévními a pokožními pletivy a jejichž účel je rozmanitý. Avšak přesné rozlišení v tato pletiva lze stanoviti pouze u rostlin nejdokonalejších, totiž u rostlin cévnatých.

U bezcévných jenom první náběhy, rudimenty systémů pletiv, jsou rozlišeny, zvláště jim chybí dokonalé svazky cévní. To souvisí zřejmě s velikostí rostlin, neboť proudění látek na malé vzdálenosti se děje také u rostlin cévnatých mimo svazky cévní, ba jsou i cévnaté rostliny malých rozměrů, které vůbec svazků cévních postrádají, jako okřehek nejmenší (**Wolffia arrhiza**). Naopak

zase u řas větších rozměrů, jako u chaluh a řas červených vyvinuty jsou první počátky vodivých pletiv a sice buňky, které slouží rozvádění látek ústrojných. Mimo to můžeme očekávati vodivá pletiva všude tam, kde jsou oddělena od sebe místa produkce (asimilace) látek od míst, kde je veliká spotřeba jich. U rostlin zelených jsou proto listy spojeny s lodyhou svazky cévními a lodyhy jednak s kořeny a jejich vrcholy, které nezbytně ústrojných látek vytvořených v listech potřebují, jednak s vegetačními (vzrostnými) vrcholy lodyh, kde se tvoří stále nové buňky a přehrádky, k jichžto stavbě nezbytně je třeba rozmanitých živin. Konečně je výhodno, jsou-li spolu spojeny ústroje asimilační a ústroje reservní, do nichž se ukládají živné látky jako zásoba pro příští vegetační dobu. Naopak musí býti také tyto zásobárny spojeny vodivými pletivy s pupeny, z nichž nové prýty vyrůstají.

Má-li býti všem těmto a jiným potřebám vyhověno, musí v těle rostliny větších rozměrů a složitějšího rozlišení částí býti vyvinuta složitá síť svazků cévních. U rostlin s jednodušší stavbou, jako u mechů listnatých, je průběh rudimentárních svazků cévních velmi jednoduchý.

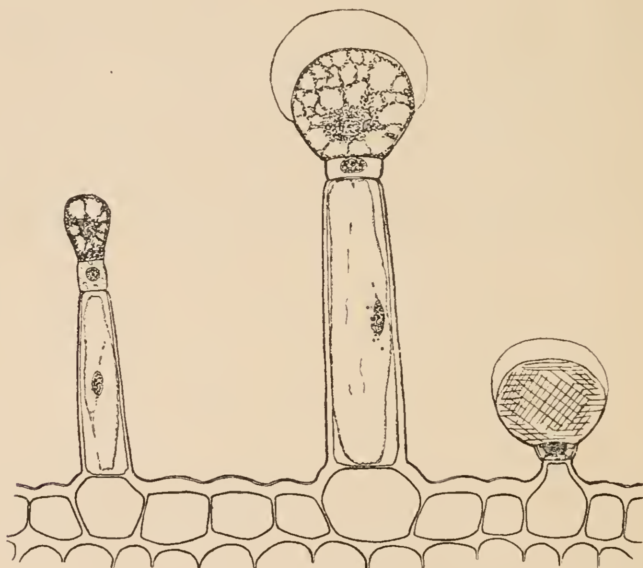
## XII. Systémy pletiv.

U všech rostlin mnohobuněčných a mnohovrstevných liší se nejzevnější vrstva buněčná, p o k o ž k a, e p i d e r m i s, od vrstev vnitřních. Nejdokonaleji rozlišena je u rostlin cévnatých. Přísluší jí úkol vnitřní vrstvy chrániti proti nepříznivým vlivům zevním jednak se zevním světem vstupovati ve spojení za účelem výměny látek.

Obyčejně je p o k o ž k a j e d n o v r s t e v n á, zevní její blány jsou silněji ztlustlé nežli vnitřní, postranní těsně k sobě přiléhají, nezřídka jsou vlnitě zprohýbány, aby se na větší ploše stýkaly a tím větší soudržnost jevily. Jsou většinou nízké, tvaru dlaždicovitého, nezřídka protáhlé v tom směru jako orgán, jejž pokrývají.

Zevní blána pokožkových buněk, kryjících lodyhy a listy, liší se od blány pokožkových buněk typických kořenů tím, že první je povlečena jemnou vrstvičkou k u t i k u l y, druhá nikoli. Je to pochopitelno, neboť pokožka listů a lodyh má zabraňovati aneb stěžovati prostup vody a vodních par ven z rostliny, pokožka kořenů má prostup ten ze zevnějšku do nitra kořenů umožňovati a uspišovati. Úkolu pokožky listů a lodyh napomáhá také vosková

vrstvička, která ji nezřídka kryje, vyvinuta jsouc ve způsobu zrníček nebo tyčinek. Mladé listy a šupiny, kryjící pupeny, vylučují nezřídka pryskyřici nebo klovatinu na povrch. U mnohých rostlin (přesličky, trávy, r. brutnákovité atd.) jsou zevní blány buněk pokožkových proniknuty značným množstvím kyseliny křemičité. Vodní rostliny mají často povrch pokrytý rosolovitou hmotou (**Brasenia peltata**), který je chrání před žravostí měkkýšů. Konečně jsou rostliny, kde vnitřní blány buněk pokožkových jsou zrosolovatěné. U rostlin ve stínu rostoucích mají pokožkové buňky chloroplasty, u rostlin vý-



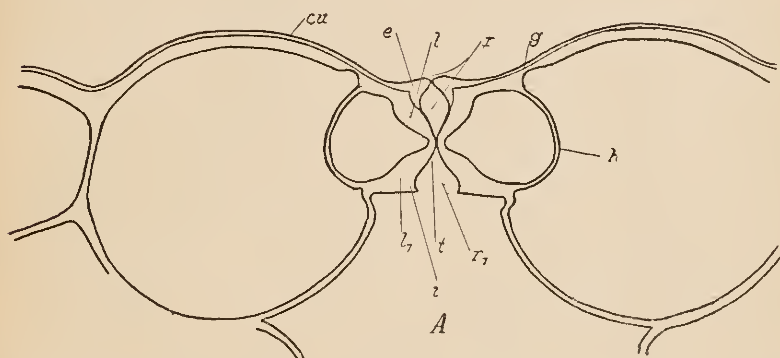
Příčný řez pokožkou šalvěje se třemi paličkovitými žláznatými chlupy. U dvou je kutikula zdvižena sekretem.

slunných mají zpravidla pouze leukoplasty. V listech rostlin suchomilných vytvořuje se též vícevrstevná pokožka, která v sobě nahromaďuje hojně vody (**Ficus elastica**) a totéž se děje u některých rostlin stínomilných (**Peperomia**), u nichž voda v několika vrstvách buněčných pohlcuje paprsky tepelné a seslabuje světelné.

Pokožka listů a lodyh vyznačuje se tím, že v ní jsou vždy mezi dvěmi buňkami skuliny, které spojují atmosféru zevní s plyny, uzavřenými uvnitř rostlinného těla. Tato zařízení zvaná průduchy (pichy) nalézáme již na tobolkách mechů, a všeobecně téměř u rostlin cévnatých. Jen některé rostliny, ve vodě ponořeně žijící (**Elodea**), jich

postrádají, ježto jich nepotřebují. U jatrovkovitých mechů (**Marchantiaceae, Ricciaceae**) jsou ve stélce obdoby průduchů, ale vyvinují se odchylně.

Pravý průduch se skládá ze dvou (vzácněji ze čtyř) buněk, které vznikly z jediné mateřské. Mezi nimi se rozštěpením blány vytvoří skulina. Buňky skulinu ohraničující (svěrací) jsou tvaru ledvinitého a jejich blány nestejně ztlustlé, a sice jsou opatřeny na straně konkávní dvěma lištnami, blána strany konvexní je tenká. Proto se obě strany vnitřním tlakem buňky nestejnoměrně roztahují, konvexní více než konkávní, a buňka se zakřivuje. Tím se skulina rozšiřuje. Zmenší-li se tlak v buňce, splasknou svěrací buňky a skulina se uzavře. Tím je dána rostlině možnost měniti velikost skuliny a tím i regulo-




Příčný řez svěracími buňkami průduchu bělozářky, *cu* kutikula, *l* zevní, $l_1$ vnitřní ztlustlina, *e* zevní, *i* vnitřní lištna, *r* přední, $r_1$ zadní dvůrek, *A* dýchací dutina, *h* hřbetní, *t* břišní ztenčená stěna, *g* zevní kožní kloub.

vati difusi plynů mezi zevní atmosférou a atmosférou v mezibuněčných prostorách uzavřenou.

Vzácněji vystupuje průduchy též tekutá voda a takové průduchy (vodní skuliny) nemají již schopnosti velikost skuliny měniti. Kořeny nemají průduchů, ač i tu mohou rozestoupením se pokožkových buněk vzniknouti skuliny vedoucí do intercelulár.

Pokožka kořenů je zpravidla též jednovrstevná a postrádá kutikuly. Kořeny některých rostlin suchomilných (**Clivia, Aspidistra**) a vstavačovité s kořeny do vzduchu visícími (**Dendrobium**) mají vícevrstevnou pokožku v dospělém stavu odumřelými buňkami tvořenou, s blanami zdřevnatělými a rozmanitě skulpturovanými. Pokožka ta (velamen) pohlcuje a kondensuje vodní páry.

Z pokožky vyrůstají přečasto přívěsné ústroje zvané chlupy (trichomy), kterým přísluší přerozmanité úkoly fysiologické. Nejjednodušší chlupy vznikají vychlípením zevní stěny pokožkových buněk (papily), takže obsah trichomu zůstává v plném spojení s obsahem buňky. Tak vznikají dlouhé vláskovité vychlípeniny na kořenech, kořenové vlásky, kterým pro absorbci živin z půdy a vody připadá veliký význam.

Na listech a lodyhách se trichomy většinou oddělují přehrádkou od mateřské buňky a samy se pak ještě mohou děliti, takže vznikají chlupy mnohobuněčné. Tvar trichomů je nesmírně rozmanitý. V celku lze rozeznávati trichomy krycí, které nižádných látek ven nevylučují, a trichomy žlaznaté, které vylučují různé látky.

Krycí trichomy chrání často rostliny před silným světlem nebo před paprsky tepelnými, nebo před příliš rychlou změnou teploty, před býložravými živočichy, nebo je přidržují při popínání (háčky chmelu a svízele povázky). Často je nalézáme na mladých listech a lodyhách, které potřebují nejvíce ochrany, na starších opadávají. Ke krycím chlupům patří též žahavé trichomy, které obsahují ve své vakuole prudký jed a mají snadno se ulamující konec, jenž pak způsobí živočichu trichomu se dotknuvšího ránu, do níž se jed vyleje (kopřivovité rostliny).

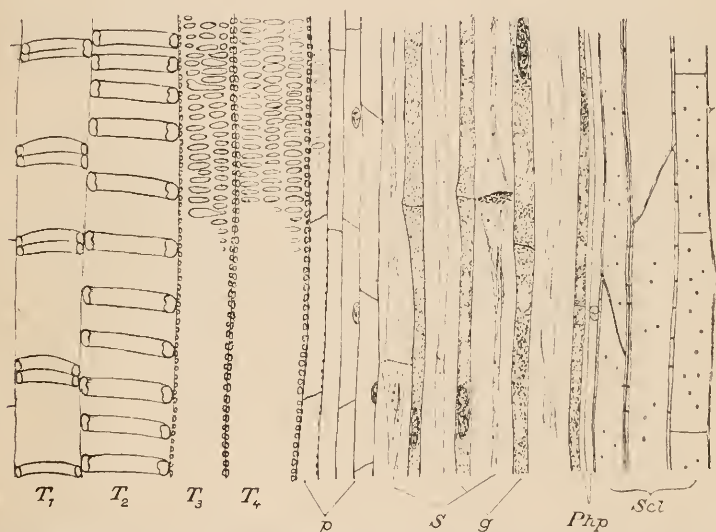
Žlaznaté chlupy mají často konec paličkovitě nebo štítkovitě naduřelý a právě tato palička vylučuje. Látky vylučované jsou velice rozmanité: Voda, obsahující maličko látek neústrojných, voda s cukry (nektar), rosolovité uhlohydráty, pryskyřice, étherické oleje, enzymy atd. Mnohé chrání rostliny před rychlou změnou teploty (povlaky zimních pupenů), před býložravými živočichy (trichomy s étherickými oleji), lákají hmyz (nektarie), vylučují zažívací enzymy (u rostlin hmyzožravých) atd.

Trichomy mohou nabýti též značných rozměrů a složité stavby jako trichomové trny a ostny (**Rosa, Rubus, Ribes, Datura stramonium** na tobolkách), které tolikéž rostliny před býložravými živočichy chrání.

Druhým důležitým systémem pletiv jsou pletiva vodivá, jimž přísluší úkol rozváděti živné látky ve vodě rozpuštěné ve větší vzdálenosti. Nedokonalá vodivá pletiva jsou již u některých řas červených a chaluh přítomna. Jsou to dlouhé vláknité buňky svými konci k sobě připojené, s konečnými přehrádkami opatřenými hojnými tečkami, plasmodesmy, ano i většími kanálky. Jimi se pohybují látky ústrojné, uhlohydráty a nejspíše i látky bílkovinné. Též mnohé mechy listnaté mají vodivá pletiva a sice již dokonalejší, ba u ploníků (**Polytrichum**)

některé buňky, jak se zdá, vodí vodu a látky neústrojné, jiné látky ústrojné. Avšak dokonalá vodivá pletiva, svazky cévní, nalézáme teprve u rostlin cévnatých. Jsou tvořena buňkami v jednom směru značně protáhlými, vláknitými nebo prosenchymatickými, k nimž přistupují parenchymatické a sklerenchymatické součásti. Jeví se nám jako různě tlusté provazce rostlinou probíhající, většinou mnohonásobně rozvětvené, takže tvoří složitou síť.

Úplný svazek cévní se skládá ze dvou polovin. Z části dřevní (xylem), která vodí ponejvíce vodu a




Podélný řez svazkem cévním z listu kukuřice. $T_1$ a $T_2$ cévy kruhovitě, $T_3$ a $T_4$ dvojtečkovitě (schodovitě) ztlustlé, *p* parenchym mezi dřevem a lýkem, *S* sítkovice s průvodnými buňkami *g*, jež obsahují jádra, *Scl* zevní sklerenchym lýkový.

rozpuštěné v ní látky neústrojné, a z části lýkové (floëm), která rozvádí látky ústrojné. Rozlišení v tyto části je velmi účelné, poněvadž proud látek neústrojných, který v suchozemských rostlinách směřuje od kořenů k vrcholům lodyžním a do jich listů, je většinou protichůdný proudu látek ústrojných, jenž se ubírá z listů do lodyh a odtud jednak do kořenů, jednak k vrcholům lodyžním. Většinou však část lýková probíhá vedle části dřevní, čímž zase průběh vodivých pletiv je zjednodušen. Jsou však také svazky pouze lýkové a jiné pouze dřevní. Poslední větévky sítě svazků cévních v listech jsou tvořeny pouze dřevní částí. Některé ve vodě ponořené

žijící rostliny mají svazky pouze lýkové (**Lemna trisulca**), u jiných se sice dřevní část zakládá, ale záhy se rozruší (**Elodea**). Rostliny vodní, se všech stran vodou obklopené, nepotřebují totiž míti zvláštní pletivo k vodění vody a nerostných látek na větší vzdálenosti, neboť obojí všemi částěmi svého těla ze svého prostředí mohou přijímati.

Elementem význačným pro lýkovou část svazků cévních jsou tak zv. s í t k o v i c e. Jsou to protáhlé buňky s konečnými přehrádkami příčně nebo šikmo postavenými, jež jsou provrtány otvůrky tlustšími nežli plasmodesmy, takže i polioplasma sousedních buněk jimi může souviseti. U krytosemenných rostlin vznikají otvůrky ty rozpuštěním přepážky teček, jež byla původně proniknuta četnými plasmodesmy, u tajnosnubných cévnatých a nahosemenných vznikají prostým rozšířením jednotlivých plasmodesmů. Při pohledu s plochy jeví se přehrádka mezi sítkovicemi jako sítko neb síť.

Sítkovice obsahují cytoplasmu, ale j á d r o jejich většinou záhy degeneruje a mizí. Aby mohly přesto fungovati, probíhají vedle nich živé buňky, zvané p r ů v o d n ý m i, jejichž jádro zůstává zachováno a jež jsou se sítkovicí spojeny přečetnými plasmodesmy. Ve vakuolách obsahují sítkovice hojnost sliznatých látek bílkovinných, které bezpochyby přímo proudí z jedné sítkovice do druhé. Snad jsou sítkovice přímo místy, kde se složitější bílkoviny tvoří. Ježto by osmoticky bílkoviny velice pozvolna pronikaly z buňky do buňky, je vytvoření otvůrků v přehrádkách, jimiž mohou přímo bílkoviny prouditi, velmi prospěšno rychlému přemísťování jich.

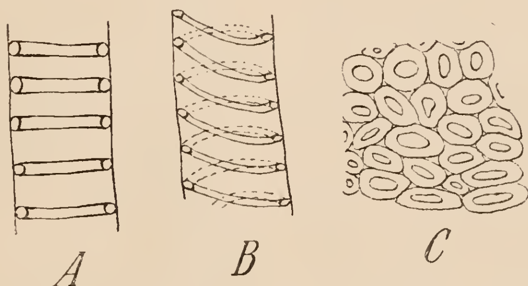
S í t k o v i c e f u n g u j í jen asi p o j e d n u v e g e t a č n í d o b u, nejvýše po tři roky. Záhy se ukládá do otvůrků a na konečné přehrádky jejich hmota uhlohydrátová (k a l o s a), která otvůrky ucpe. Pak se v sítkovicích nahromaďuje zvláště mnoho cukrů a fungují spíše jako buňky zásobní nežli jako elementy vodivé.

V e d ř e v n í č á s t i svazků cévních nejvýznačnější součástí jsou c é v y. Jejich stěny jsou vždy silně zdřevnatělé a dvojtečkovitě ztlustlé. D v o j t e č k y jsou rozmanitých obrysů, kruhovité, elipsovité, i nepravidelně konturované. Někdy splývají spolu tak, že vznikají lištny kruhovité neb šroubkovité na vnitřní ploše stěn cév. V dospělém stavu cévy nikdy neobsahují živé hmoty, jádro i cytoplasma z nich vymizely. Tvaru jsou prosenchymatického nebo vláknitého. Dle toho, zdali jsou konečné jejich přehrádky zachovány čili nic, rozeznáváme t r a c h e i d y a t r a c h e e. Tracheidy jsou tvaru prosenchymatického a konečné přehrádky jejich jsou zcela zachovány. Trachee mají přehrádky mezi sousedními buňkami zcela nebo až

na malé zbytky rozpuštěny, takže vznikají dlouhé roury, jimiž voda volně může prouditi. U tajnosnubných cévnatých a nahosemenných rostlin téměř vůbec není tracheí, nýbrž pouze tracheidy (u některých kapradin se však i trachee objevují, z nahosemenných u **Gnetacei**). Vedle nich jsou však opatřeny také tracheidami. Trachee jsou dokonaleji zařízeny na vodění vody, neboť v tracheidách konečné přehrádky kladou přece proudu vodnímu odpor.

V bylinných lodyhách jsou cévy úzké (20—80 μ), ve kmenech zdřevnatělých jsou mnohem širší, zvláště u lián, kde jsou cévy 300—600 μ široké. Cévy ve stromech jsou dlouhé většinou 1—2 m, ale jsou též ojedinělé 4—8 m dlouhé.

Cévy jakožto odumřelé elementy jsou ve dřevní části svazků cévních vždy provázeny živými buňkami pa-




*A* céva ztloustlá kruhovitě, *B* šroubovitě („spirálovitě“), *C* dvojtečkovitě.

renchymatickými (dřevní parenchym), kteréž činnosti cév napomáhají asi tak jako průvodné buňky činnosti nosti sítkovic. Parenchym dřevní je tvořen většinou buňkami protáhlými. Mimo průvodné buňky lýková část tolikéž může býti opatřena parenchymem.

Dřevní i lýková část svazků cévních chová zpravidla ještě sklerenchymatické buňky, které bývají kolem nich rozloženy, tvoříce jakousi pevnou plochu. Lýková vlákna technicky užívaná (z konopí, lnu, ramií atd.) pocházejí většinou z takovýchto pochev, které chrání sítkovice i cévy před stlačením a přetrhnutím, neboť proudění látek souvisí s plnou volností jejich světlosti. Mimo pochvy sklerenchymatické mívají svazky cévní ještě pochvy parenchymatické s vrstvičkou zkorkovatělou, které bezpochyby zabraňují unikání živných roztoků ze svazků. Tam, kde roztoky ty mají unikati, jsou v pochvě zvláštní buňky propustné.

Také cévy fungují jenom po několik dob vegetačních. Pak jsou často ucpávány klovatinou, jež do nich vniká, anebo buňkami, které z dřevního parenchymu do nich vrůstají a je ucpávají (*thyly*).

Obě části svazků cévních, dřevo (*xylem, hadrom*) a lýko (*floem, leptom*) zaujímají k sobě určitou vzájemnou polohu. Dle toho rozeznáváme: 1. svazky *koncentrické*, kde je jedna část obklopena kolkolem druhou, na př. u mnohých tajnosnubných rostlin cévnatých dřevo lýkem, 2. svazky *radiální*, kde jsou lýkové a dřevní části radiálně vedle sebe uspořádány, 3. *kolaterální*, v nichž část dřevní leží vedle části lýkové na jednom radiu, při čemž obyčejně je lýková část obrácena k periferii orgánu, 4. *bikolaterální*, v nichž k části dřevní na dvou protilehlých stranách přiléhají části lýkové. Pro mnohé případy lze stanoviti, že vzájemné uložení částí svazků cévních je prospěšné funkci orgánu.

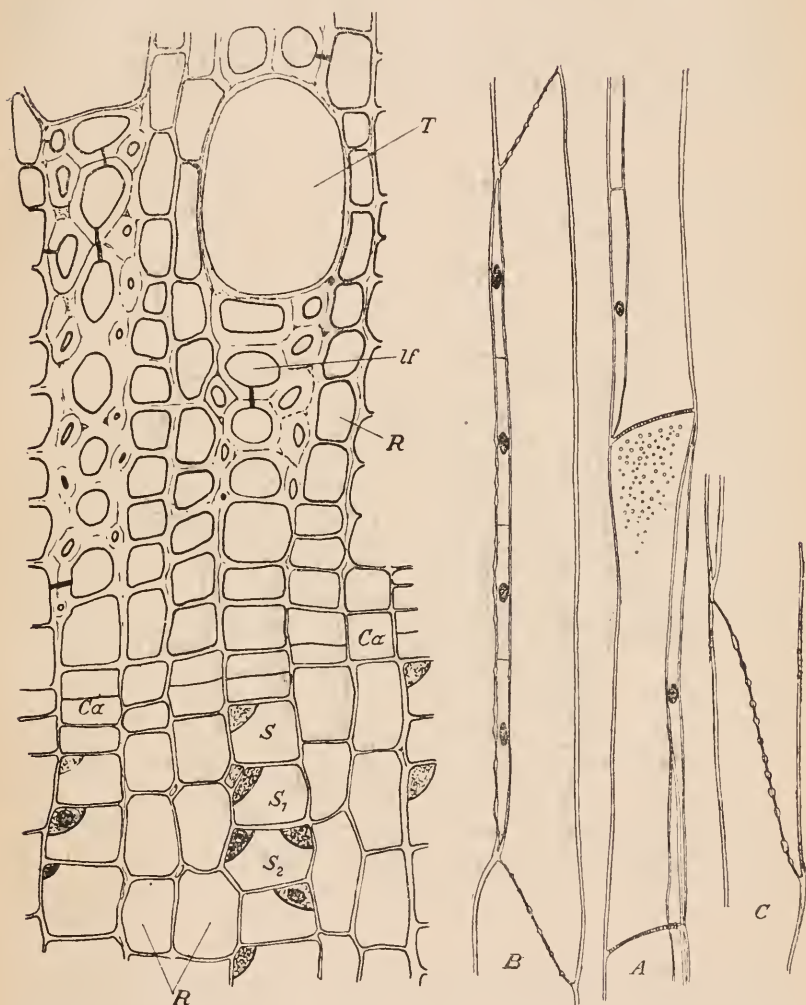
Prostory mezi pokožkou a pletivem svazků cévních zaujaty jsou *pletivem základním*. Je ponejvíce charakteru *parenchymatického* a odehrává se v něm většina pochodů asimilačních. Nezřídka také se v něm ukládají látky zásobní a zevní vrstvy jeho podporují zvláště v lodyhách ochranný úkol pokožky, majíce silně ztlustlé blány. Obsahuje též rozmanité *idioblasty*, jmenovitě *mléčné roury*. Mezibuněčné prostory nejvíce jsou vyvinuty v základním pletivu.

Svazky cévní tvoří často celek proti základnímu pletivu, které je obklopuje, uzavřený zvláštní *pochvou*. Pletivo základní mezi pochvou a pokožkou je *kůra*. Pletivo základní uvnitř pochvy mezi svazky cévními uzavřené je *dřeň*. Nejlépe lze rozlišiti tato pletiva v lodyhách rostlin dvouděložných, v nichž jsou kolaterální svazky cévní uloženy tak, že se na příčném řezu skrze osu jeví býti rozloženými v kruhu. Celý kruh svazků cévních obklopen je často pochvou, zevně od této pochvy je uložena kůra. Uvnitř kruhu svazků cévních je dřeň. Též svazek cévní středem kořene probíhající je od zevní kůry oddělen velmi zřetelnou pochvou (*endodermis* = vnitřní pokožka).

Buňky, které se vytvoří dříve, nežli orgán zastaví svůj vzrůst do délky, rozlišují se v pletiva zvaná *prvotními*, *primárními*. V listech a bylinných lodyhách často pouze prvotní pletiva jsou přítomna. Avšak jsou také pletiva, která se rozlišují z buněk, jež vznikly teprve když byl orgán svůj vzrůst do délky zastavil a ta označujeme jako *druhotná*, *sekundární*. Také meristémy, z nichž pletiva ta vznikají, označujeme jako druhotné. Nezřídka vznikají druhotné meristémy z buněk trvalého pletiva,

které se tedy byly již přestaly na čas děliti, ale znova se pak vracejí k dělení.

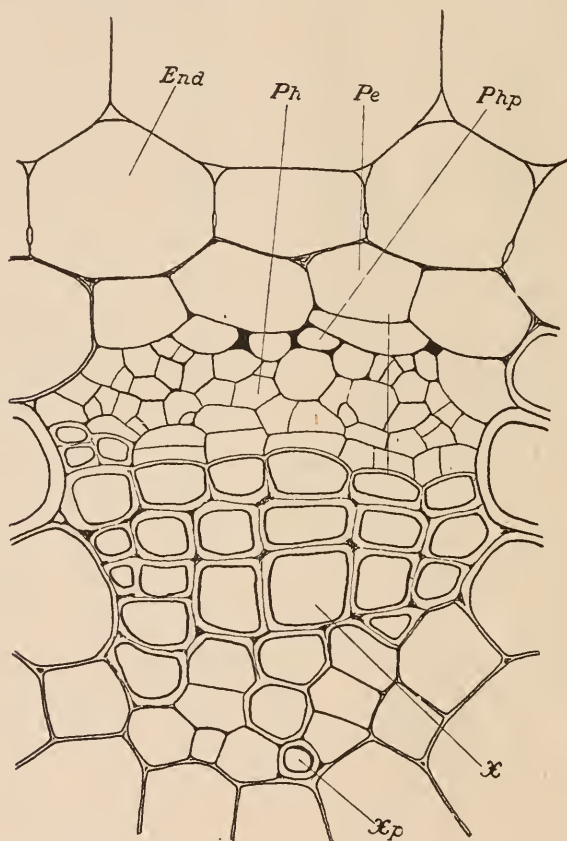
Nejdůležitější druhotná pletiva jsou ta, jimiž se




Příčný řez (v levo) kambiem (Ca) a přilehlou částí dřeva i lýka v lodyze chebdí (Sambucus ebulus), *R* dřeňové paprsky, *T* trachea, *lf* libriformní vlákna, $S$—$S_2$ sítkovice s buňkami průvodnými v rozích. Sítkovice na podélném řezu s různě šikmo postavenými přehrádkami *A*, *B* s průvodnými buňkami.

zmnožuje počet elementů svazků cévních. Ve mnoholetých částech rostlinných je toho nezbytně zapotřebí, neboť jak sítkovice tak cévy fungují jenom po

několik vegetačních period a musí býti nezbytně nahrazeny občas novými. Mimo to se u keřů a stromů každoročně vytvořují nové kořeny, pupeny, větve a listy a má-li vodivé pletivo v těle rostliny stačiti požadavkům stále vzrůstajícím, je třeba, aby se počet vodivých elementů trvale zvětšoval. Zvětšování počtu elementů dřeva i lýka způsobuje t. zv. druhotné tloustnutí kořenů a os (pňů), v nichž se nejčastěji děje.




Příčný řez svazkem cévním z lodyhy macešky (Viola tricolor). *X* dřevní část (xylem) skládající se z cév, *Php* lýková část (floem), *End* endodermis (pochod ohraničující centrální cylindr proti kůře), *Pe* pericykl.

## XIII. Anatomie rostlinných orgánů.

Jednotlivé orgány rostlinné mohou se ve své anatomické stavbě značně od sebe lišiti, což souvisí s různou fysiologickou funkcí, která jim přísluší. Ale nelze stanoviti všeobecně platných anatomických znaků pro jed-

notlivé kategorie orgánů, právě tak jako nelze stanoviti pro ně všeobecně platných znaků v zevní morfologii. Anatomická stavba orgánů do té míry souvisí s fysiologickou funkcí, že se mohou shodovati orgány různé morfologické povahy. Tak listovitě vyvinuté osy a řapíky mohou se podobati stavbou základního pletiva asimilačním listům, listy přejímající částečně úkol os mohou se podobati ve své stavbě osám (konečný list u sítin), řapíky listů často se blíží ve stavbě svých svazků cévních stavbě postranních větévek atd.

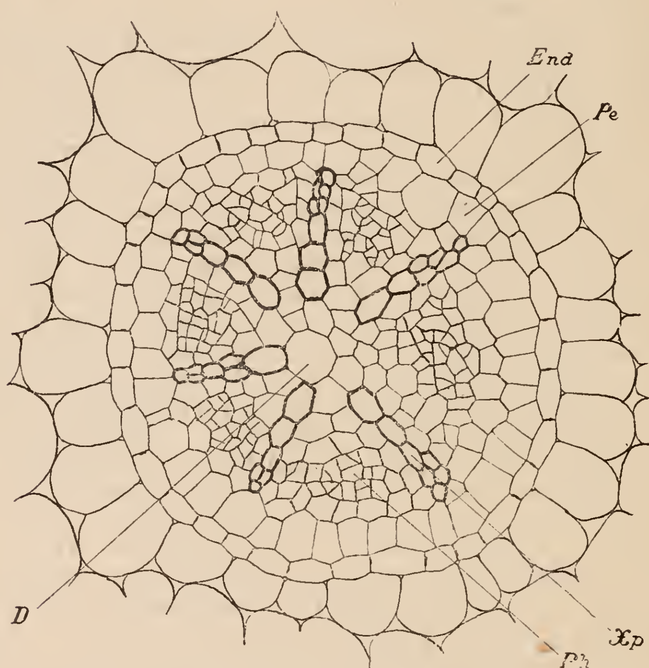
Pro absorpční orgány význačno je zvětšování plochy papilami a trichomy, tenkoblanná pokožka bez kutikuly. Pro plochy asimilační buňky hojně chloroplasty opatřené a kolmo na povrch orgánu postavené, t. zv. palisádový parenchyn. Pro mechanickou kostru dospělých částí buňky sklerenchymatické dle požadavků na orgán kladených uspořádané. V orgánech pevných na stejnoměrný tlak se všech stran jsou mechanická pletiva rozložena stejnoměrně při okraji jejich, jako ve svisných lodyhách, v orgánech pevných na tah jsou soustředěna ve středu jejich v několika provazcích, jako v lodyhách a listech rostlin v proudící vodě rostoucích nebo ve stopkách plodů. V orgánech, jež nemají klásti odpor ohybu, jsou mechanická pletiva ve středu v jediném pruhu soustředěna (hybné polštářky nyktinastických listů). Naopak v orgánech, jež mají býti pevně stavěny proti jednostrannému tlaku a tahu, jsou mechanická pletiva uspořádána ve tvaru nosníků ⊤ nebo ⌶.

Pletiva pro ukládání zásobních hmot jsou většinou tenkoblanná a parenchymatická, aby mohly látky ty z buňky do buňky snadno prostupovati, leda že by se ve blanách ukládala zásobní celulosa. Pak jsou opatřeny blány často kanálkovitými ztenčeninami.

Vodivá pletiva skládají se z buněk protáhlých ve směru proudění látek, k urychlení difuse jsou přehrádky příčné opatřeny ztenčeninami nebo i otvůrky většími než plasmodesmy, nebo konečně se úplně rozpouštějí (sítkovice, cévy).

Intensivně fungující orgány mají svou význačnou strukturu též zřetelněji vyvinutou. Listy na přímém světle slunečním asimilující mají vrstvu palisádovou vyšší a zřejmější, než listy ze stínu. V rostlinách heterotrofních není struktur význačných pro zelené rostliny autotrofní, i když obojí jsou blízce spolu příbuzny. Listy hnízdáku (**Neottia**) nemají vůbec palisádového parenchymu. Vodní rostliny ponořené mají zakrnělou dřevní část svazků cévních, neboť vodění vody a nerostných živin nemá pro ně valného významu.

Také ve vzájemné poloze pletiv uvnitř orgánů lze shledati přizpůsobení fysiologické funkci. Část dřevní probíhá zpravidla souběžně s lýkovou, neboť místa, která spojují, potřebují výměny látek ústrojných i nerostných. Mechanická pletiva bývají v těsné souvislosti se svazky cévními, neboť ty potřebují především ochrany proti přehnutí, při němž by se uzavřelo lumen vodivých kanálků (cév a sítkovic).

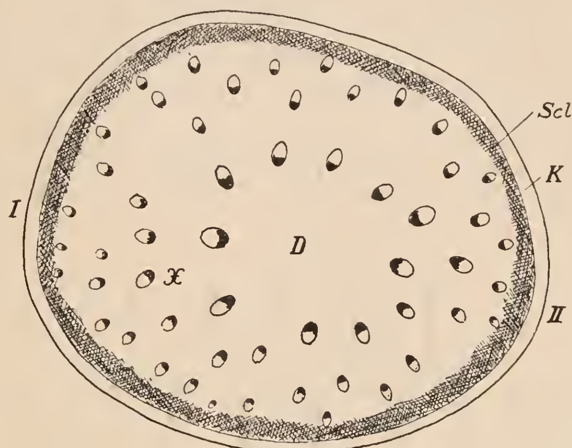



Příčný řez kořenem orseje (Ficaria verna). *Xp* dřevní, *Ph* lýková část radiálního svazku cévního, *End* endodermis, *Pe* perikambium, *D* dřeň.

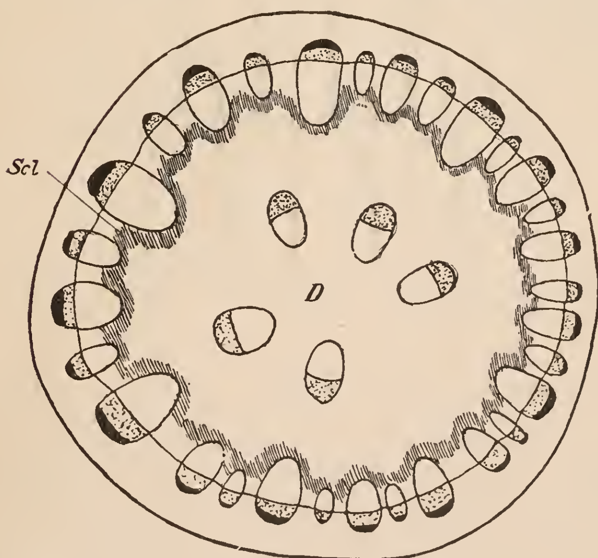
Během vývoje někdy orgán mění svou funkci a spolu s ní též anatomickou stavbu. Kořeny zprvu absorpční stávají se později tažnými a na konec opornými a spolu s tím zakládají a sesilují se v nich mechanická pletiva.

Osy (lodyhy) rostlin cévnatých opatřeny jsou ve svém prvotním stavu pokožkou s průduchy a rozmanitými trichomy. Pod pokožkou je prvotní kůra. Vždy osami probíhají svazky cévní, jichž celý soubor je nezřídka proti kůře ohraničen pochvou se zkorkovatělou vrstvičkou (endodermis) anebo se škrobem, jenž se přesypává tíží

dle polohy osy (škrobová pochva). Primární kůra obsahuje často kolenchym, jindy sklerenchym. Svazky cévní na příčném řezu lodyhou jeví se býti rozloženy buď v jed-




Příčný řez lodyhou bělozářky *D* dřeň, *Scl* pochva sklerenchymatická, *K* kůra.



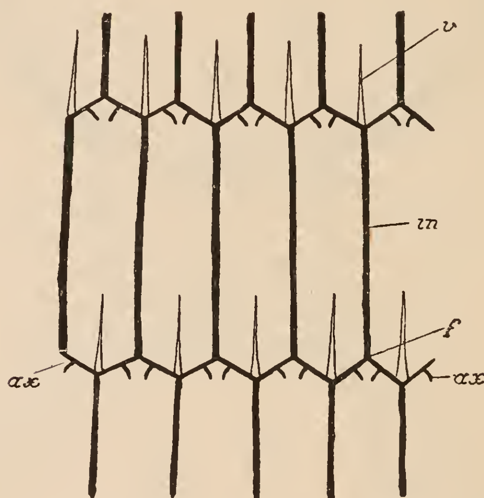

Příčný řez lodyhou pepře (Piper medium) se dvěma kruhy svazků cévních, z nichž zevní má kambium a druhotně tloustne, *D* dřeň, *Scl* sklerenchym na vnitřní straně svazků cévních.

ném kruhu (dvojděložné, nahosemenné), nebo ve větším počtu kruhů (pepřovité) anebo jsou difusně v celém rozsahu lodyhy rozloženy (palmy, liliovité). Jsou většinou

úplné a kolaterální, pak vždy obracejí část lýkovou k periferii osy a dřevní dovnitř. Bikolaterální svazky mají jedno lýko orientováno k periferii osy, druhé k centru.

Tajnosnubné rostliny cévnaté mají v lodyze buď jediný svazek centrální (plavuňovité), nebo větší počet jich, v kruhu (Osmunda) nebo nepravidelně rozložených. Konečně i jeden kruh svazků kolaterálních (přeslička).

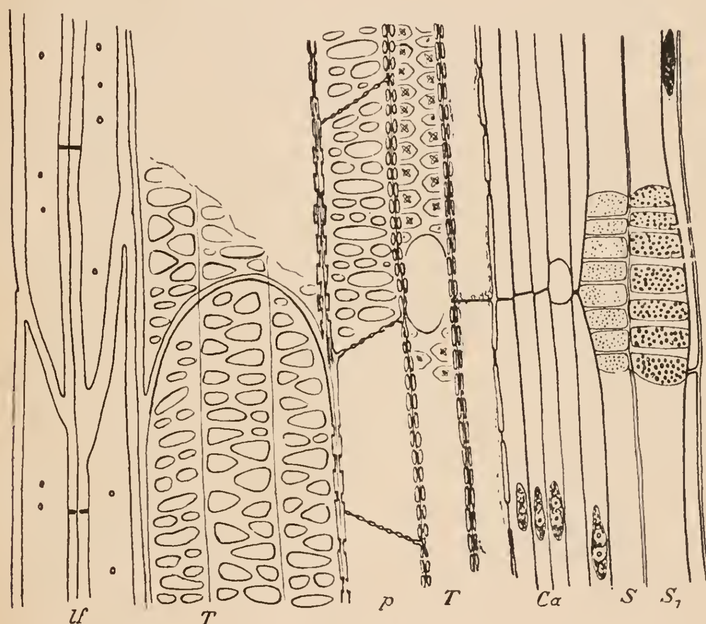
Většina svazků cévních v lodyze probíhajících zahýbá do listů a v nich končí. Proto možno také svazky cévní v lodyze prohlásiti za stopy listové. Obyčejně se však




Do plochy rozprostřené svazky cévní z lodyhy přesličky rolní, *v* svazek do listu vstupující, *in* jeho průběh v lodyžním článku, *f* místo, kde se štěpí ve dvé, *ax* větévky pro úžlabní články.

před vstupem do listů rozvětvují a spolu anastomosují, takže tvoří složitou síť, což má ten význam, že mohou látky v lodyze prouditi nejen ve směru podélném, nýbrž také šikmo a příčně. U mnohých rostlin jsou však v lodyze též svazky jí vlastní, které do listů nevstupují. Základní pletivo uvnitř svazků cévních zove se dřeň. Dřeň je většinou parenchymatická, někdy promíšena se skleridami a záhy odumírá, někdy se zcela roztrhává, čímž vznikají duté lodyhy (stébla většiny trav, rdesno, okoličnaté atd.). Základní pletivo mezi svazky cévními zoveme dřeňovými paprsky, pletivo mezi souborem svazků cévních (centrální cylindr) a pochvou škrobovou resp. endodermis pericyklem.

Typické druhotné tloustnutí os vyskytuje se u rostlin nahosemenných a většiny dvouděložných (i u bylinných). Zřejmě jsou k tomu nejvhodnější svazky kolaterální v jednom kruhu uspořádané. Kambium mezi dřevní a lýkovou částí svazku (k. fascikulární) rozšíří se i do dřeňového paprsku svazky oddělujícího tím, že se buňky základního parenchymu počnou hojně tangenciálně děliti (k. interfascikulární), fascikulární kambium stálým dělením ve směru tangenciálním produkuje na vnitřní




Podélný řez svazkem cévním z lodyhy chebdí (Sambucus ebulus). *T* velká, $T_1$ menší céva, *p* dřevní parenchym, *lf* dřevní vlákna, *Ca* buňky kambia, *S* mladši, $S_1$ starši sitkovice s průvodnou buňkou. Sítka jsou šikmo postavena, proto je lze viděti s plochy. Otvůrky v nich jeví se jako tečky.

stranu nové (druhotné) elementy dřevní, na zevní lýkové, tedy druhotné dřevo a lýko. Interfascikulární kambium produkuje nové elementy dřeňových paprsků. Později objevují se i ve svazcích cévních dřeňové paprsky zvané druhotnými, kteréž ovšem nesahají až do střední dřeni. Druhotné dřevo skládá se z cév (trachei i tracheid), vzácněji jen z tracheid, jako u stromů jehličnatých, nebo jen trachei (vrby), z buněk sklerenchymatických zvaných dřevními vlákny (libriform), jež tvoří někdy základní hmotu dřeva druhotného (vrby) a z dřevního parenchymu.

Druhotného lýka kambium neprodukuje tolik, jako dřeva. Skládá se hlavně ze sítkovic, buněk průvodných, parenchymu a vláken sklerenchymatických.

Kambium nefunguje u nás po celý rok stejně. Počíná na jaře vytvářením elementů druhotného dřeva, což skončí asi v polovině srpna, lýko ve slabé míře až do podzimu se tvoří. Druhotné dřevo na jaře vytvořené vyznačuje se velkými a tenkoblannými elementy, později vznikají elementy tlustoblannější a menší světlosti; proto je ostrá hranice mezi dřevem loňského léta a letošního jara, druhotné dřevo je jakoby složeno ze soustředných vrstev (léta), jež značí roční přírůstky. Podobné roční přírůstky, ač méně zřetelné, lze stanoviti též ve druhotném lýku.

Abnormní druhotné tloustnutí lodyh jeví především některé rostliny jednoděložné, kde kambiální kruh v kůře probíhající vytvořuje nové celé samostatné svazky (**Dracaena**). U mnohých rostlin dvojděložných původní kambium zastaví záhy svou činnost a vytvoří se nové v pericyklu nebo i v kůře. U mnohých lián rozděluje se dřevo nestejnoměrnou činností kambia v několik partií, takže je kmen složen jakoby ze souběžných provazců.

Při druhotném tloustnutí musí růsti též kůra, nemá-li býti roztržena tloustnoucím souborem svazků cévních. U stromů však vzácně opravdu prvotní kůra trvale roste souhlasně s tloustnutím centrálního cylindru (jmelí). Obyčejně se též v kůře zakládá meristematický kruh (felogén), produkující kůru druhotnou, kteráž i s meristémem tím se zove periderm. Vzniká buď z pokožky (vrba), nebo a to většinou ze zevní korové vrstvy, konečně i z hlubších vrstev korových (**Ribes**). Buňky druhotné kůry často zkorkovaťují a tvoří t. zv. korek. Také felogén tvořen je vrstvou buněk tangenciálně se dělících. Leckdy původní felogén svou činnost zastavuje a vytvoří se nový, hlouběji položený. Buňky na zevnějšek od nového peridermu ležící odumírají. Celá zevní vrstva druhotné kůry se pak roztrhává v t. zv. borku. Aby však umožněna byla i skrze korek výměna plynů, zakládají se na zdřevnaťujících kmenech i větvích záhy tak zv. lenticelly, což je merenchymatické, hojnými mezibuněčnými prostory opatřené pletivo, které se stále obnovuje a udržuje spojení atmosféry zevní s mezibuněčnými prostorami vnitřních pletiv osy.

Listy mají rozmanitý úkol, nejdůležitější je jejich úkol asimilační. Listy asimilující jsou obyčejně vyvinuty dorsiventrálně, hřbetní (svrchní) strana obrácena je u listů diafototropických ke světlu, její pokožka je opatřena zevní blanou poměrně tlustou a je kutikulou povlečena, obyčejně bez průduchů. Buňky svrchní pokožky většinou

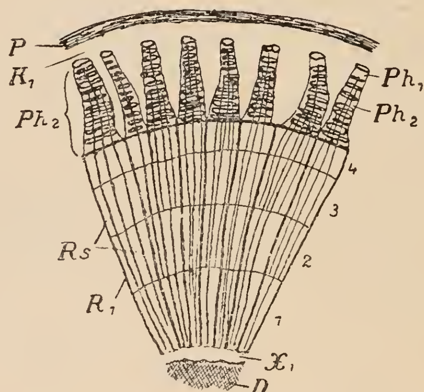
nemají chloroplastů. Pokožka je jednovrstevná, vzácněji vícevrstevná (pepřovité, morušovité). Pod pokožkou následuje palisádový parenchym, pod ním pletivo merenchymatické s hojnými mezibuněčnými prostorami (pletivo houbové) a to ohraničeno je na zevnějšek spodní pokožkou. Její zevní stěny jsou tenčí. Buňky obsahují chlorofyl a mezi nimi jsou roztroušeny stejnoměrně

Z příčného řezu lodyhou pohanky (Fagopyrum esculentum), v níž se zakládá kambium, *T* cévy obklopené parenchymem *p*, *Caf* fascikulární, *Cai* interfascikulární kambium, *Ph* lýko. *Pe* pericykl, *Sp* škrobová pochva, *D* dřeň.

nebo ve skupinách průduchy. Palisádový parenchym je jednovrstevný nebo vícevrstevný, buňky jeho obsahují hojně chloroplastů při podélných stěnách. Vzácnější jsou listy bez zřejmé dorsiventrality, buď radiální nebo na obou stranách stejně vytvořené. U jednoděložných rostlin bývá palisádový parenchym méně zřetelně vyvinut než u dvouděložných. U listů na vodě vzplývajících jsou průduchy

vyvinuty na straně hoření, u listů ve vodě ponořených buď vůbec scházejí, nebo jsou redukovány a trvale zavřeny. Stavba vodních listů je vždy jednodušší než listů vzdušných. Také stavba *listů okvětních* je jednodušší než listů asimilačních, jmenovitě jim schází většinou palisádový parenchym.

List je tvořen převážně pletivem základním (*mesofylem*). V tom probíhají však svazky cévní, které přivádějí do listu vodu a nerostné živiny a odvádějí asimiláty. Proto palisádový parenchym často speciálními *sběrnými buňkami* je s nimi ve spojení. Svazky cévní tvoří v listu složitou síť, v níž u listů silně v jednom směru protáhlých silnější svazky probíhají převážně rovnoběžně a




Část příčného řezu čtyřletou větévkou lípy (Tilia pubescens). *D* dřeň, $X_1$ prvotní dřevo, *1-4* čtyři roční přírůstky dřeva druhotného, $Ph_2$ druhotné, $Ph_1$ prvotní lýko, $K_1$ prvotní kůra *P* periderm.

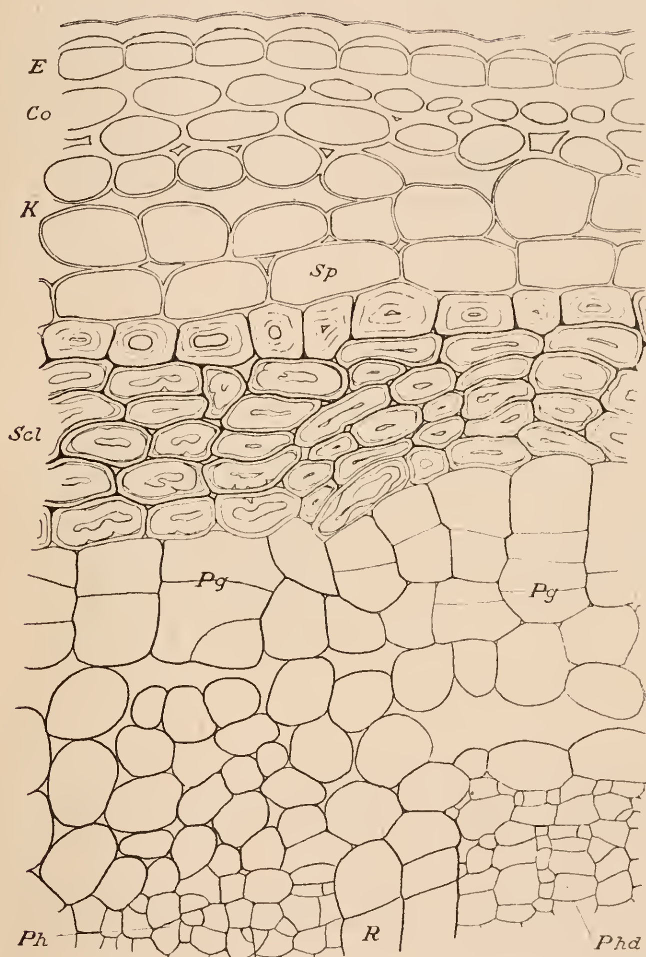
v podélném směru. Poslední větvičky svazků cévních tvořeny jsou jen dřevní částí.

Mesofyl šupinovitých a korunovitě vyvinutých listů je jednodušeji stavěn, skládá se ze stejnoměrného parenchymu opatřeného hojnými mezibuněčnými prostorami. Nejjednodušší takové listy postrádají i svazků cévních. Šupiny obalující zimní pupeny mívají zevní (spodní) stranu opatřenou tlustoblannou pokožkou nebo mají četné trichomy, jež vylučují ochranné lepkavé látky. V mesofylu kožovitých listů bývají roztroušeny hvězdovitě rozvětvené sklerenchymatické buňky (*astrosklereidy*).

*Řapíky* listové mají velice rozmanitou stavbu. Svazky cévní jsou v nich staženy v polokruh nebo ve kruh, i v několik kruhů. Opatřeny bývají hojným sklerenchy-

mem nebo kolenchymem. Palisádového parenchymu v řapíku není.

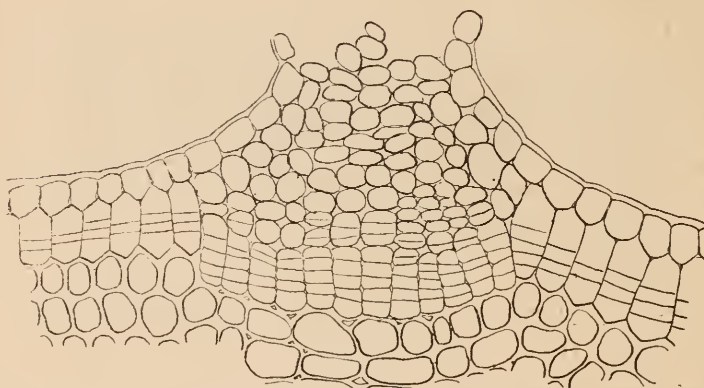
Kořeny jsou poměrně stejnoměrně jednoduše stavěny. Pokožka nemá kutikuly a její buňky v nějaké vzdálenosti




Zakládání se felogénu (Pg) hluboko v pericyklu větévky Colutea arborescens. *E* pokožka *Co* kolenchym pod ní, *K* primární kůra, *Sp* škrobová pochva, *Scl* sklerenchym (vlákna tvrdého lýka) v pericyklu, *Pg* felogén, *Ph* prvotné, *Phd* druhotné lýko, *R* dřeňový paprsek.

od vrcholu vyrůstají v kořenové vlásky jednoduché nebo rozvětvené, vzácně přehrádkou od mateřské buňky oddělené (**Chenopodium hybridum**). Vyrůstají někdy ze speciálních buněk mateřských (**Equisetum, Stratiotes**). Žijí po poměrně krátkou dobu, jen u vodních rostlin vytrvají déle.

Pod pokožkou je t. zv. h y p o d e r m i s, často jako mechanické pletivo vyvinutá. Následuje parenchymatická bezbarvá k ů r a, jejíž vnitřní vrstvy často opět jsou sklerenchymatické. Středem kořenu probíhá jediný s v a z e k c é v n í, který se zřídka dělí v několik svazků, jako v kořenových hlízkách Orchideí. Svazek cévní ohraničen je proti kůře jednovrstevnou pochvou (e n d o d e r m i s), jejíž blány radiální opatřeny jsou zkorkovatělým proužkem, který buňky pevně drží pohromadě. Ve starších kořenech stěny buněčné endodermis často silně tloustnou, zvláště na zevní straně. Ale jednotlivé buňky proti dřevní části svazku uložené netloustnou a umožňují výměnu látek mezi kůrou a svazkem kořenu (b u ň k y p r o p u s t n é).



Příčný řez lenticelou na větévce černého bezu.

Pod endodermis leží jednovrstevné nebo vícevrstevné pletivo parenchymatické (p e r i k a m b i u m), jehož buňky jsou trvale schopny dělení a z nichž se zakládají postranní kořeny.

L ý k o v é a d ř e v n í části probíhají ve svazku cévním samostatně vedle sebe a jsou uspořádány paprsčitě, proto nazvány takové svazky cévní p a p r s č i t ý m i (radiálními). Části dřevní a lýkové jsou 2, 3, 4 atd., dle toho nazvány kořeny diarchními, triarchními, tetrarchními až polyarchními. Ve středu kořenu může býti vyvinuta parenchymatická d ř e ň.

U s t a r š í c h kořenů pokožka i kůra často odumírají a kořeny mohou d r u h o t n ě t l o u s t n o u t i. Kambium vyvíjí se zase mezi lýkem a dřevem, proto není původně na příčném průřezu kruhovité. V řepovitě ztlustlých kořenech (cukrovka) původní kambium záhy svou činnost

zastaví a nové se založí v perikambiu, které je zase vystřídáno jiným atd. Druhotné pletivo kořenů buď je podobno pletivu kmenů, jako u stromů, ač i tu je méně hutné, obsahujíc více buněk parenchymatických a méně ztlustlé blány. V řepovitých a hlízovitých kořenech ukládají se zásobní látky buď do prvotní kůry nebo do parenchymu druhotného dřeva.

Také u kořenů druhotně tloustnoucích zakládá se f e l o g é n, ale z perikambia nebo z hlubších vrstev druhotného lýka. Místo lenticel vytvořují se na některých aërenchymatická pletiva.

Velice rozšířeny jsou u cévnatých rostlin o d d ě l o v a c í v r s t v y. Na spodu orgánů, které mají opadnouti (listy, květy, plody, větévky) vytvoří se dříve nebo později před odpadnutím vrstva destičkovitých buněk příčným rozdělením buněk původních. Odumřením jedné vrstvy



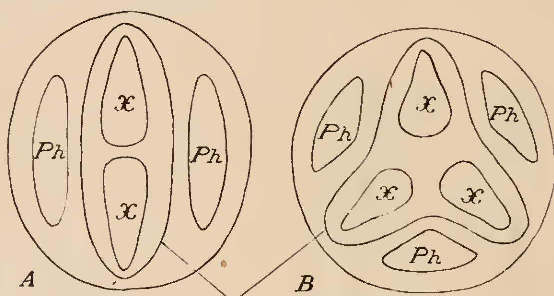

Síťovitá nervatura v listu dvojděložné rostliny (v levo). Pokožka listová s průduchy

buněčné v této oddělovací vrstvě nebo silným zrosolovatěním střední vrstvičky blány buněčné uvolní se připojení, čímž se sítkovice a cévy přetrhnou. Povrch takto vzniklého poranění přischne nebo se zahojí k o r k o v o u v r s t v o u, která nezřídka již před odpadnutím orgánu se zakládá. Cévy uzavírají se zrosolovatěním blan a thylami.

P l e t i v a r o s t l i n b e z c é v n ý c h nedosahují nikdy té složitosti, jako u rostlin cévnatých. Mají sice mnohé mechy pletivné provazce tvořené vláknitými a prosenchymatickými buňkami, ale není tu ani pravých cév ani sítkovic. U řas ruduchovitých a hnědých, jejichž tělo dosahuje velkých rozměrů, nalézáme též sítkovicím podobné buňky. Chaluhy některé (**Laminariaceae**) jeví i jakési druhotné tloustnutí. Jakýsi palisádový parenchym nalézáme v tobolkách mechů listnatých, které jsou též opatřeny pra-

vými průduchy. Ve stélce jatrovek Marchantiaceí jsou obdoby palisádového parenchymu i průduchů.

Základem pletiva hub jsou vlákna (hyfy) příčnými přehrádkami v řadu buněk rozdělená, mimo Phycomycety. Tato vlákna snadno srůstají v nepravá pletiva vícevrstevná a rostou potom společně, ale i tu se buňky vláken dělí pouze příčně. Výjimku činí výtrusy některých lišejníků, v nichž vzniká pravé pletivo parenchymatické (**Rhizocarpon**) a **Laboulbeniaceae**. I v nepravém pletivu hub (plektenchymu) mohou se buňky diferencovati v parenchym, sklerenchym, zevní pletivo ochranné, obdobné pokožce, vodivé buňky značně protáhlé a tenkými, někdy i perforovanými přehrádkami opatřené. Plodnice hub mohou obsahovati i mléčné buňky a cévy, idioblasty




Schematická znázornění polohy kambia v kořenu *B* se třemi a *A* se dvěma paprsky dřevním *X*, *Ph* lýkové části.

obsahující druzy šťavelanu vápenatého, astrosklereidy a žlaznaté buňky hydathodové. Stélky lišejníků mohou uspořádáním pletiva a uložením gonidií napodobovati dorsiventrální listy.

Cévnaté rostliny mohou v souvislosti se způsobem života míti anatomickou stavbu velmi zjednodušenou. Již vodní rostliny jsou všeobecně jednodušeji stavěny než suchozemské, **Wolffia arrhiza** vůbec nemá svazků cévních. Podobně je zjednodušena stavba rostlin cizopasných. Vegetativní tělo dvojděložných r. Rafflesiaceí a Balanophoraceí je redukováno u některých druhů na stélku houbovým hyfám podobnou.

Poznámka spisovatelova. Poněvadž je moje anatomie rostlin (Anatomie a fysiologie rostlin, 1. č. 1907—8), kterou vydala Česká Akademie, rozebrána a na nové vydání pro tiskové obtíže nelze nyní pomýšleti, vydávám stručný přehled rostlinné anatomie spolu s úvodem všeobecně biologickým vlastním nákladem.

Čtenáře mé Fysiologie rostlin (1921) prosím, aby si v ní opravili tyto tiskové chyby: Má zníti na str. 4. ř. 37. celulasa, str. 5. ř. 4. pektasa, str. 11. ř. 38. z nerostných prvků, str. 17. ř. 16. soli nerostných prvků i dusíkaté sloučeniny, str. 45. ř. 23. lactis.

# OBSAH: